



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**“IMPACTOS DE PRECIPITACIONES EXCESIVAS
QUE AFECTAN LA INFRAESTRUCTURA DE LAS
GRANJAS ACUICOLAS EN LA ZONA
COSTERA DEL VALLE DEL YAQUI ENTRE EJIDO
SAN JOSÉ Y PLAYA LOS MEDANOS EN EL
PERIODO DE 1979 A 2002”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

BRIANDA ALVAREZ SALAZAR

CD. OBREGON, SON.

JUNIO DEL 2005

DEDICO MI TESIS A:

Este trabajo se lo dedico a toda la HAPPY FAMILY la cual siempre me ha apoyado en todo momento, me han brindado su confianza, cariño y han sido siempre un gran apoyo en mi vida.

A mis padres los cuales siempre me han tenido una gran confianza, me dieron amor y me han apoyado en todo momento, a pesar de que no me creyeron que me fuera a titular algún día y les llegué a sacar canas verdes, pero aún así me siguen queriendo y apoyando.

A mis hermanas, mi cuñado y sobrino los cuales me han dado su cariño y siempre han estado allí para ayudarme.

A la Familia Álvarez a los cuales quiero mucho y siempre me han ayudado en todo momento.

Al enano que es un integrante importante dentro de la familia, al cual adoro y amo con mi corazón como si fuera mi hijo.

A todos ellos les dedico ya que son los que me han convertido en la persona que soy ahora, me enseñaron las bases más importantes, me brindaron su amor y comprensión en todo momento, y aparte de todo son lo más importante en mi vida.

AGRADEZCO A:

A Dios porque siempre me ha cuidado y me ha dado la vida y salud para vivir, aparte de darme a toda la gente maravillosa que tengo a mi alrededor.

El maestro José Dolores Beltrán el cual confió y tuvo fe en mi para terminar este trabajo, también por haberme apoyado en todo el transcurso de mi carrera.

A mis compañeros de la carrera que me ayudaron mucho en todas las materias y siempre me estuvieron apoyando.

Así como también a todas aquellas personas que pensaron que nunca terminaría mi carrera y menos llegaría a titularme.

También quiero agradecer a todas mis amigas las cuales siempre han estado ahí para apoyarme y que confiaron en mí que algún día me titularía. Aunque hemos tenido nuestras diferencias y cada quien tomó diferentes caminos yo sé que siempre van a estar ahí así como yo estaré allí para ellas.

Y no por último es menos importante quiero dar dos agradecimientos en especial, y digo son especiales porque fueron de las personas que más me apoyaron durante el transcurso de mi carrera y lo han seguido haciendo.

Uno es para la persona que me hizo ponerme a estudiar y con la primera que me hizo desvelarme haciendo un trabajo (lo cual nunca había hecho), mas aparte me brindó su amistad la cual valoro mucho y ella es Ana Gabriela Durán.

Y el otro es para el Panchin el cual me ayudó extremadamente muchísimo con todas mis materias y trabajos, lo cual le estoy infinitamente agradecida, mas aparte logramos establecer una sólida amistad la cual cuido y cuidaré muchísimo.

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1** Mapa de localización
- Fig. 2** Ríos más importantes de la República Mexicana
- Fig. 3** Lagunas más importantes de la Republica Mexicana
- Fig. 4** Presas más importantes de la Republica Mexicana
- Fig. 5** División de cuencas en el estado de Sonora
- Fig. 6** Orografía de la República Mexicana
- Fig. 7** Precipitaciones anuales en la República Mexicana
- Fig. 8** Tipos de suelos en la República Mexicana
- Fig. 9** Porcentajes que ocupan los suelos en la República Mexicana
- Fig. 10** Tipo de geología en el estado de Sonora
- Fig. 11** Tipo de vegetación en la República Mexicana
- Fig. 12A** Muestra de cómo es tomada una fotografía de eje vertical
- Fig. 12B** Muestra de cómo es tomada una fotografía de eje oblicuo
- Fig. 12C** Muestra de cómo estimada una fotografía de eje oblicuo
- Fig. 13** Muestra de cómo se toma un sistema trimetrogón, esto es que una toma de eje vertical junto con dos oblicuas, esta hace que cubra mayor parte del terreno.

- Fig. 14** Se muestra la dirección en la cual el avión va tomando la fotografía
- Fig. 15** Área de traslape entre las fotografías
- Fig. 16** Indicadores alfanuméricos de los datos de vuelo y toma de fotografías
- Fig. 17** Estereoscopio
- Fig. 18** Ciclo de cómo se forma un huracán
- Fig. 19** Estructura de un huracán
- Fig. 20** Esquema de plataforma continental
- Fig. 21** Esquema de las fotografías utilizada para la fotointerpretación del año de 1979
- Fig. 22** Dibujo esquemático de la zona de estudio
- Fig. 23** Dibujo esquemático de la colocación de fotografías del año 1995

LISTA DE FOTOGRAFIAS

- Foto 1** Imagen que muestra el estero San José y al fondo el parque acuícola “La Atanasia” antes del paso de la tormenta “Juliette” (2000)
- Foto 2** La misma área después de “Juliette”. Puede observarse aquí como quedó bajo el agua una parte de “La Atanasia”
- Foto 3** Meandros abandonados que se localiza al sur del poblado La Tina, el cual tiene una amplitud aproximadamente de entre 80 y 100 mts.
- Foto 4** Meandros abandonados que se localiza al sur del poblado la tina, el cual tiene una amplitud aproximadamente de entre 80 y 100 mts.
- Foto 5** Cauce que desemboca en La Atanacia
- Foto 6** Cauce que desemboca en la Atanacia
- Foto 7** Meandros que tienen función de cauces
- Foto 8** Meandros que tienen función de cauces
- Foto 9** Colector principal No. 1
- Foto 10** Casa destrozada luego de haber pasado el huracán Juliette en la playa Santa María
- Foto 11** Toma de cómo entró el huracán Juliette a la zona donde se encontraban las casas
- Foto 12** Zona acuícola invadida por el mar durante el huracán Juliette
- Foto 13** Foto satelital de la zona de estudio donde las flechas marcan la dirección del flujo
- Foto 14** Toma de los estanques de las granjas acuícola

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la zona costera del sur del estado de Sonora, dentro de la línea de costa que corresponde a los municipios de BÁCUM y San Ignacio Río Muerto. En esta investigación se determinaron las incidencias de los flujos hidrológicos sobre las áreas productoras acuícolas instaladas desde la línea de playa hasta los límites de influencia costera, considerando la afectación y zona de influencia de posible inundación, así como también el drenaje natural (patrón de drenaje) y topografía.

También se consideró la zona de los impactos hidrológicos ocasionados por ciclones, huracanes y precipitaciones intensas que afectan a las granjas acuícolas localizadas en la zona costera del Valle del Yaqui entre ejido San José y playa Los Médanos, dentro del periodo de 1979 al 2002.

El objetivo de la presente es determinar los puntos de incidencia de los flujos y su relación con la infraestructura de las granjas acuícolas presentados en la zona costera del Valle del Yaqui por escurrimientos considerando el área entre el ejido San José y playa Los Médanos debido a intensas lluvias que puedan ocasionar inundaciones.

Para identificar los cambios que se han dado se tomará como base el análisis de fotografías aéreas de distintos años en esta zona, así se podrá comparar entre ellos los cambios que se han ido suscitando.

Una vez obtenidos estos cambios se procederá a interpretar diferentes planos para cada uno de los años y así poder llegar a la interpretación de los resultados.

Y así obtener un plano por medio de fotointerpretación donde se pueda localizar los cauces y meandros abandonados presentes en esa zona así como la dirección del flujo que éstos tienen.

En donde también identificaremos los cambios topográficos que se han suscitado en el lugar durante los diferentes periodos y las zonas de incidencia.

INDICE

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

I. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema	25
1.3. Hipotesis	27
1.4. Objetivo General	27
1.5. Objetivos específicos	27
1.6. Justificación	28
1.7. Delimitaciones	29

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fotogrametría	31
2.1.1. Tipos de fotografías aéreas	32
2.1.2. Geometría de una fotografía	34
2.2. Estereoscopía	36
2.3. Huracanes	37
2.3.1. Como se forman los huracanes	38
2.3.2. Estructura de los huracanes	40
2.4. Plataforma continental	41
2.5. Mareas	43

III. METODOLOGÍA

3.1. Búsqueda de la información relacionada con el tema	47
3.2. Visita a la zona de estudio	48
3.3. Fotointerpretación	48
3.4. Obtención de planos para diversas fechas	50
3.5. Interpretación de resultados	50

IV. RESULTADOS

4.1. Identificación de los eventos físicos que evidencian flujos importantes para el año de 1979.	51
4.1.1. Hidrología	58

4.2. Identificación de los eventos físicos que evidencian flujos importantes para el año de 1995	60
4.3. Identificación de los eventos físicos que evidencian flujos importantes para el año de 2002	64
4.4. Comparativa entre los eventos sucitados en 1979 y 1995	65
V. INTERPRETACION DE RESULTADOS	66
VI. CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

I. INTRODUCCION

La presente investigación se realizó en la zona costera del sur del estado de Sonora, dentro de la línea de costa que corresponde a los municipios de Bécum y San Ignacio Río Muerto. En esta investigación se determinaron las incidencias de los flujos hidrológicos sobre las áreas productoras acuícolas instaladas desde la línea de playa hasta los límites de influencia costera, considerando la afectación y zona de influencia de posible inundación, así como también el drenaje natural (patrón de drenaje) y topografía.

También se consideró la zona de los impactos hidrológicos ocasionados por ciclones, huracanes y precipitaciones intensas que

afectan a las granjas acuícolas localizadas en la zona costera del Valle del Yaqui entre ejido San José y playa Los Médanos.

1.1. ANTECEDENTES

El estado de Sonora cuenta con 78 municipios, de los cuales el territorio donde se localiza el municipio de Bácum estuvo ocupado desde antes de la llegada de los españoles por los indios yaquis. El nombre de Bácum significa **"lago" o "agua estancada"**, en la lengua yaqui.

El pueblo de Bácum es uno de los ocho tradicionales pueblos Yaquis y fue fundado en 1617 por los misioneros jesuitas Andrés Pérez de Rivas y Tomás Basilio, con el nombre de Santa Rosa de Bácum, y categoría de Pueblo de misión, teniendo como lugar de visita a Cócorit.

El 26 de Diciembre de 1930 fue incorporado al Municipio de Cajeme por la Ley No. 68 y rehabilitado el 13 de mayo de 1931 por la Ley No. 88.

En 1949 el Río Yaqui se desbordó y estuvo a punto de inundar Bácum; este evento ocasionó grandes pérdidas económicas en la agricultura y ganadería.

Bácum está ubicado en el sur del Estado de Sonora, se localiza en el paralelo 27° 32' de latitud norte y a los 110° 05' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich; a una altura de 50 metros sobre el nivel del mar.

Este municipio colinda al este con Cajeme, al oeste con Guaymas y su límite natural al sur es el Golfo de California. Posee una superficie de 1,409.70 kilómetros cuadrados, que representan el 0.76 por ciento del área estatal y el 0.07 por ciento del nacional.

Las localidades más importantes son: Javier mina, San José de Bácum, Primero de mayo y Loma de Bácum.

Dentro de los municipios de Bácum y San Ignacio Río Muerto encontramos la zona de estudio la cual se encuentra comprendida entre los Medanos y Ejido San José, que es donde se localizan la mayor parte de las granjas acuícolas de la región en estudio.

Otro municipio importante para el presente trabajo es San Ignacio Río Muerto, el cual con fecha de el día 26 de diciembre de 1996, mediante la Ley número 254 publicada en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado se designa como Municipio Libre de la comisaría de San Ignacio Río Muerto, siendo gobernador el Lic. Manlio Fabio Beltrones Rivera.

Este municipio se localiza al suroeste del Estado de Sonora, colinda al norte con el municipio de Guaymas y con el municipio de BÁCUM, al sur con el Golfo de California, al este con el municipio de BÁCUM y al oeste con el Golfo de California o Mar de Cortés. Con una altura sobre el nivel del mar que varía de 0 a 50 metros.

En él podemos encontrar 17 esteros y un litoral de 70 kilómetros desde el estero La Luna al campo La Estancia. En este ecosistema se reproducen y desarrollan una gran cantidad de especies de importancia comercial entre las que sobresalen el camarón, la lisa, la mantarraya, el calamar, la jaiba y el caracol.

La flota pesquera esta conformada por ocho cooperativas y 432 socios, con 200 embarcaciones menores e igual número de motores fuera de borda, equipadas con las artes de pesca necesarias para la captura ribereña y de bahía. Las principales localidades pesqueras son Bahía de Lobos y los Médanos. Una de las cooperativas pertenecen a miembros de la Tribu Yaqui.

El desarrollo de esta actividad en el Municipio deberá apoyarse en el aprovechamiento intensivo de la acuicultura, al mismo tiempo que se promueve el ordenamiento de explotación de los embalses, cuidando su repoblación y el establecimiento de controles sanitarios.

A continuación una representación gráfica de la localización de la zona de estudio.

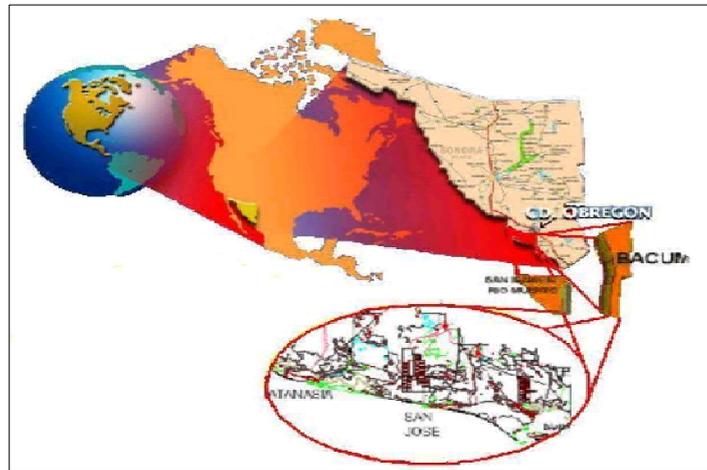


Fig. 1 .- Mapa de localización

1.1.1. HIDROGRAFÍA

El marcado declive del suelo del estado no permite a los ríos el almacenamiento de sus aguas ya que todas sus corrientes son torrenciales.

Hay cinco cuencas principales formadas por los ríos Magdalena, Sonora, Mátape, Yaqui y Mayo. Las áreas de estas se describen a continuación:

- Río Sonora con 26,000 km²
- Río Mátape con 6,000 km²
- Río Yaqui con 76,000 km²
- Río Mayo con 11,000 km²
- Río Magdalena con 23,000 km²

municipio de este nombre, pasa por Nácori Grande y Mazatán, después por San José de Pimas, San Miguel y finalmente se pierde en el Golfo de California.

El Río Yaqui es el más caudaloso de Sonora y su curso es de 680 Km., nace en una cañada al Sur de Cd. Guerrero en el estado de Chihuahua, donde se forma de un manantial y varios ojos de agua. Allí se le conoce con el nombre de Papigóchic; después se le incorporan varios arroyos que nacen en la Sierra Madre y al penetrar al estado de Sonora recibe la afluencia del Río Gavilán y del Arroyo Yepachic. Penetra en Sonora con el nombre de Aros y sigue después con la denominación de Yaqui, recibe en su curso las aguas de los ríos Mulato, Satachis y Nácorí. El primero nace en el municipio de Mulatos y los otros dos en el municipio de Nácori Chico. Adelante se le incorpora el río Bavispe que pasa por los pueblos de Huachinera, Báserac, Bavispe, San Miguelito Oputo, Huasaba y Granados; en San Mateo se le une el Río Sahuaripa que toca los pueblos de Güisamopa, Tacupeto, Bámori, Arivechi, Santo Tomás y Sahuaripa. Sigue rumbo al SO y muy cerca de Suaquí afluyen a su curso las aguas del Río Moctezuma. Continúa por Soyopa, San Antonio de la Huerta, Tonichi y Onavas, donde su lecho es de tan suave pendiente que presenta una línea de navegación fluvial para lanchas de poco calado en una distancia de 60 Km.

Cerca de La Dura, municipio de Rosario, toma como afluente el Río Chico que cruza los pueblos de Nuri, Movas y Chico. Pasa después al municipio de Guaymas, toca Cumurípa, donde recibe las corrientes del Río Tecoripa y sigue por Buenavista. Finalmente desemboca en el Golfo de California en un punto llamado Estero Los Algodones de la región Yaqui. La cuenca del Río Yaqui ocupa el quinto lugar entre las mayores del país.

El río Mayo, nace en las Sierras de Ocampo en el estado de Chihuahua. Su curso es de 530 Km. Corre de Este a SO y toca los municipios de Álamos, Navojoa, Etchojoa y Huatabampo, los pueblos de Mocoyuachi, Conicárit, Camoa, Tesia, Navojoa, Cuirímpe, Etchojoa y Huatabampo y los ejidos de Santa Bárbara, Tres Hermanos y Santa Rosa que recibe en Conicárit la afluencia del Río Cedros el cual desemboca en el Golfo de California cerca del Estero de Santo Bárbara. El Río Colorado nace en las Montañas Rocallosas de E.U.A. y sólo en su curso inferior pertenece a México, formando el límite natural entre Sonora y Baja California. En esta parte su anchura es de 200 m. y de 800 en las grandes avenidas.

En Sonora existen un gran número de lagunas entre las que destacan las de Juárez, Prizta, Cochuirimpa y Bayajari.

A esta también se le llama la cuenca "B" del río Yaqui, que penetra en su territorio procedente de Cajeme, para continuar al municipio de Guaymas. Es la única corriente importante que riega el municipio y que le permite desarrollar su agricultura de riego por una amplia red de canales.



Fig. 2.- Ríos más importantes en la República Mexicana



Fig. 3.- Lagunas más importantes en la República Mexicana



Fig. 4.- Presas más importantes en la República Mexicana

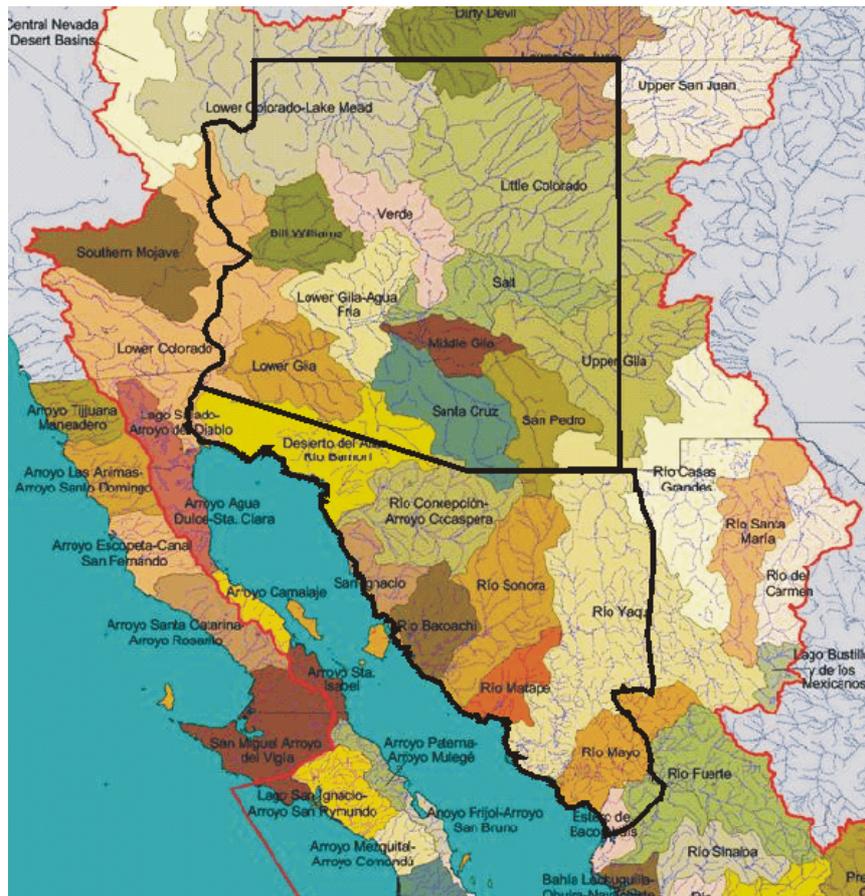


Fig. 5.-División de cuencas en el estado de Sonora

1.1.2. OROGRAFÍA

Sonora es un estado montañoso por encontrarse en la vertiente exterior de la Sierra Madre Occidental. Presenta un marcado declive hacia el Golfo de California, que baja de una altura que en la Sierra de Álamos es de 2,000 metros sobre el nivel del mar.

Las serranías están orientadas en el sentido Sur-SE y Norte-NE entre las cuales se forman valles longitudinales a las márgenes de

los ríos, que a veces se cortan por despeñaderos y acantilados, para abrirse con mayores dimensiones al aproximarse a la costa, hasta terminar en páramos o desiertos que adquieren su mayor extensión en los municipios de Pitiquito y Caborca, lo que determina dos zonas definidas:

- Montañosa la cual además de poseer en las márgenes de los ríos fértiles valles, tiene abiertas llanuras en las partes altas, pudiendo citarse entre estas últimas las de los municipios de Yécora, Oputo y Cananea
- Terreno plano la cual a medida que se aproxima a la costa, va adquiriendo mayor extensión, hasta terminar en páramos o desiertos hostiles a la vida por su clima y constitución geológica.

En la región del estado, existen como principales las siguientes sierras: El Tule, Sonoita y Pinacate. En las regiones Norte y Este se encuentran: Guacomea, La Mariquilla, Cananea, Sierra Azul, San Bernardino, Agua Prieta, Santa Teresa, San José Prieta, Guadalupe, Magallanes, Cabullona, Fronteras, Bacoachi, Buenos Aires, Los Ajos, Santa Rosalia, Baviacora, Teras, Nacozari, Juriquipa, Las Palomas, Santa Margarita, Basochuca, Lampazos, Nácori, Bacadehuachi, El Tiznado y Moctezuma.

En el municipio de Sahuaripa, que es la región más poblada en las estribaciones de la citada Sierra Madre, es notable la conocida con el nombre de Huehuerachic. En la región Sur-SE, las sierras de

Los Locos, Mazatán, Suaqui, Carrizal, Santa Teresa, Las Prietas, Los Bronces, La Barranca, San Javier, Bacatete, Alamos y Bayoreca.

Las cuencas de los ríos del estado presentan un declive pronunciado hasta la costa, lo que origina la precipitación de sus aguas, las que van a perderse, a excepción de las del Yaqui y Mayo, en los arenales de la costa.

Por esta razón, los valles que se forman fuera de la superficie plana y en las cuencas de los ríos y arroyos, son casi en su totalidad angostos y cortados por desfiladeros y lomeríos. Figuran entre los principales valles: el del Yaqui, el del Mayo, el de Ures, el de Hermosillo, el de Cumpas, el de San José de Guaymas y el de San Luis Río Colorado. Los únicos grandes valles, atendiendo a la extensión en cultivo, son: el Yaqui y el Mayo. El primero con una superficie de 500,000 has. y el segundo con 220,000 has.



Fig. 6 .- Orografía de la República Mexicana

1.1.3. CLIMA

Aproximadamente en 95% del territorio sonorense los climas son muy secos, secos y semisecos; se caracterizan por su alta temperatura y escasa precipitación. Como consecuencia de lo anterior, es aquí donde se localiza la zona más árida del país: el Desierto de Altar. Por su parte, la influencia altitudinal de la Sierra Madre Occidental, ubicada en el oriente de la entidad, se manifiesta en las temperaturas menos extremas y en las lluvias más abundantes con respecto a las de las zonas muy secas, secas y semisecas.

La precipitación media anual tomada de un punto central del Valle, esto es en la intersección de las calles 1200 y en el canal principal bajo, es de 262 mm de los cuales el 67% se registra en verano, el 21% se registra en otoño, el 10% en invierno y el 2% en primavera.

La evaporación media anual es de 1985.9 mm, la insolación es abundante todo el año principalmente en la época de sequía, el número de horas luz al mes y al año es elevado en la relación a los días nublados.

En el municipio de Bácum se cuenta con un clima muy seco, cálido extremo, con una temperatura media mensual máxima de 31.2°C en los meses de junio a octubre y una temperatura media mensual mínima de 15.8°C de diciembre a enero ; la temperatura

media anual es de 23.8°C ; el período de lluvias se presenta en los meses de julio a septiembre con una precipitación media anual de 487.1 milímetros ; las heladas son frecuentes en los meses de noviembre a marzo.

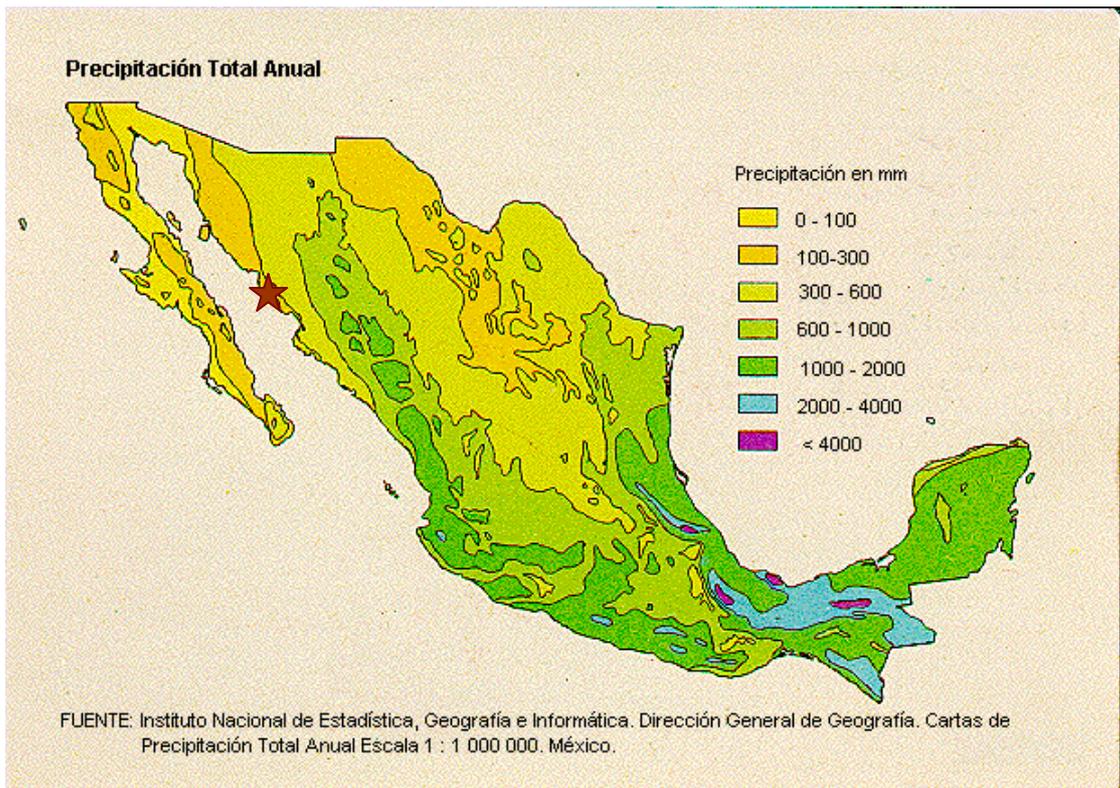


Fig. 7.- Precipitaciones anuales en la República Mexicana

1.1.4. CLASIFICACION Y USO DEL SUELO

La República Mexicana es rica en una gran variedad de rocas, estructuras y formaciones geológicas de interés económico, que surgieron como resultado de la acción de fenómenos volcánicos, tectónicos y otros, tanto internos como externos, ocurridos a lo largo del tiempo geológico.

Las rocas predominantes en la República Mexicana son: Al occidente, las ígneas extrusivas, principalmente cenozoicas, escasas metamórficas, ígneas intrusivas, extrusivas meso y paleozoicas, aún más exiguas las sedimentarias paleozoicas. En la porción oriental se hallan profusamente rocas sedimentarias marinas meso y cenozoicas, principalmente calcáreas y en menor grado a partir de clásticos; además depósitos continentales del Cenozoico Superior se encuentran ampliamente distribuidos.

En la región de Sonora se encuentran rocas metamórficas y sedimentarias precámbricas; sedimentarias paleozoicas; ígneas, sedimentarias y metamórficas mesozoicas, con estructuras esencialmente de homoclinales en distribución errática de bloques colapsados, de sierras y cuencas, bajo una exigua cubierta volcánica cenozoica de la Sierra Madre Occidental que se interna en territorio estadounidense.

Rocas metasedimentarias de plataforma afloran primordialmente en el flanco occidental de la Sierra Madre Occidental, cuyo núcleo lo constituyen las rocas intrusivas ácidas del Batolito de Sinaloa. A mediados del Cenozoico sucede el evento volcánico piroclástico-ignimbrítico que origina la gran meseta volcánica, que es propiamente esta expresión fisiográfica, siendo la cubierta de este tipo más extensa de la Tierra.

En la Sierra Madre Occidental existen importantes yacimientos minerales, principalmente en forma de vetas y filones a partir de fracturas, criaderos alojados en zonas de fallas y a lo largo de contactos entre rocas ígneas intrusivas y sedimentarias, que originan minerales, principalmente fierro, cobre, oro, plomo y zinc.

En el municipio se localizan los siguientes tipos de suelo :

- Solonchac : se localiza al sur del municipio en colindancia con el litoral del Golfo de California, se presenta en diversos climas, en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeñas y lechos de lagos, o en las partes bajas de los valles y llanos, su uso agrícola se limita a cultivos muy resistentes a la sal. Son poco susceptibles a la erosión.
- Xerosol : esta unidad de suelo predomina en todo el territorio, propio de las zonas áridas y semiáridas, y tienen una capa superficial de color claro y muy pobre en humus, su utilización agrícola está restringida a zonas de riego con muy altos rendimientos, debido a la alta fertilidad de estos suelos. Su susceptibilidad a la erosión es baja.
- Regosol: es el de mayor extensión y puede definirse como la capa de material suelto que cubre la roca; sustenta cualquier tipo de vegetación dependiendo del clima; sin embargo su uso es principalmente forestal y ganadero, aunque también puede ser utilizado en proyectos agrícolas y de vida silvestre. Abarca

la mayoría de las sierras del territorio y también se localiza en lomeríos y planos así como en dunas y playas.

- Litosol: el cual puede sustentar cualquier tipo de vegetación, según el clima. Predominante es forestal, ganadero y excepcionalmente agrícola.

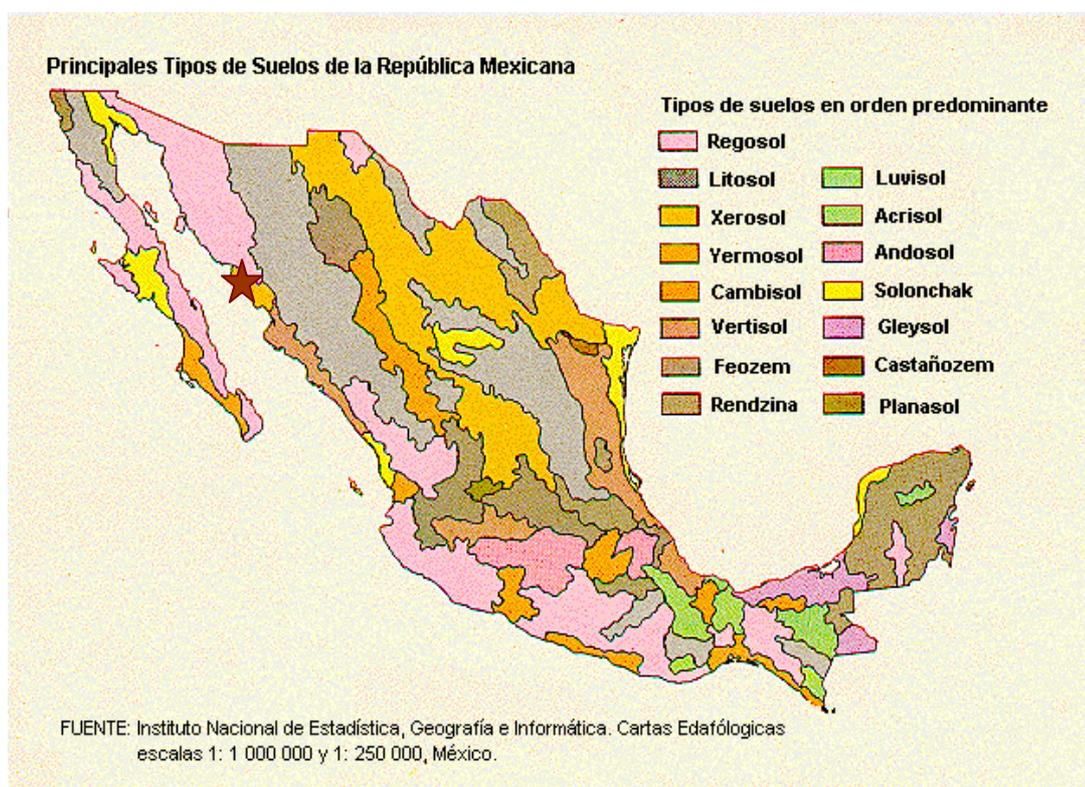


Fig. 8 .- Tipos de suelos en la República Mexicana

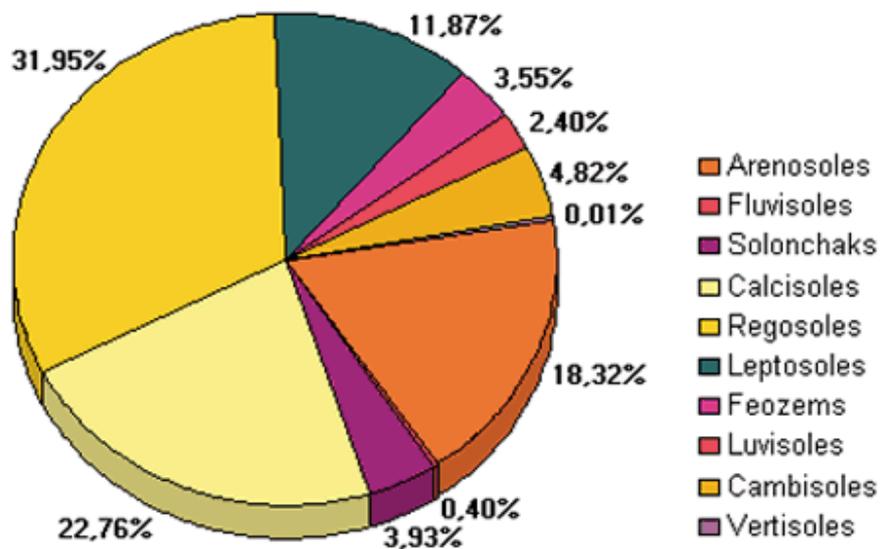


Fig. 9 .- Porcentajes que ocupan los suelos en la República Mexicana

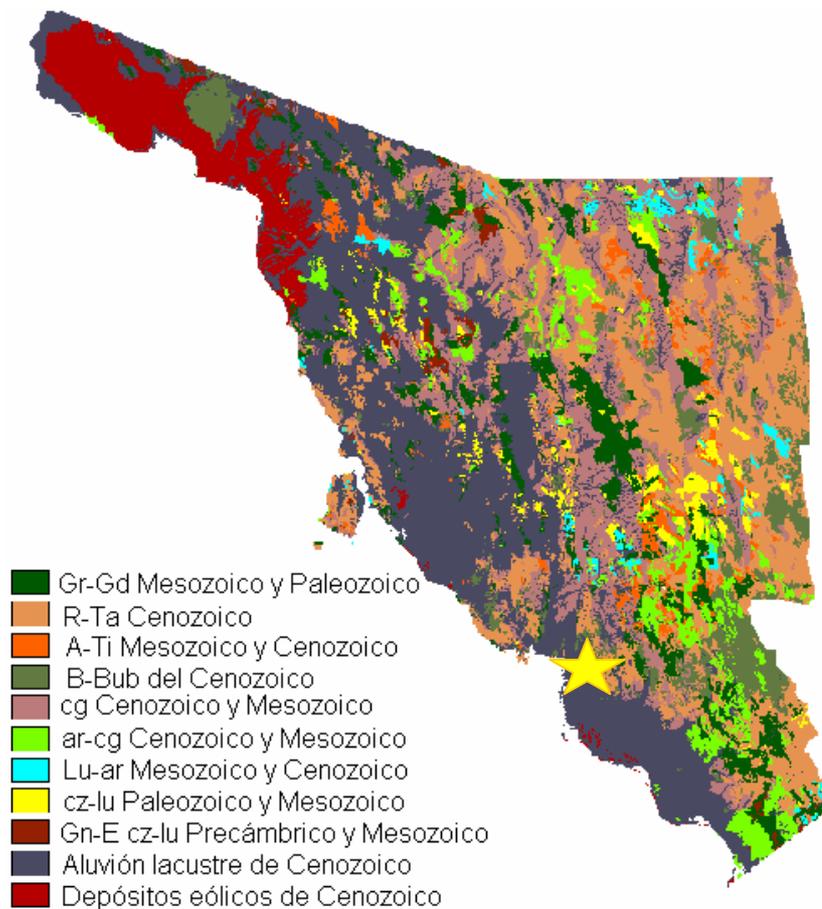


Fig. 10.- Tipo de geología en el estado de Sonora

1.1.5. FAUNA

La fauna de Sonora es rica y variada, pudiéndose contar como animales principales los siguientes:

- Mamíferos: ardilla, borrego salvaje, berrendo, cobra montes, cacomixtle, conejo, coyote, cuyo, gato montes, jabalí, leopardo, liebre, lobo, onza, puma, rata, tejón, tigrillo, venada, zorra y zorrillo.
- Aves: agachona, aguilucho, alondra, alcatraz, búho, correcaminos, huitlacoche, chachalaca, gallardeto, gallina de agua, garzo, gavián, gaviota, ganga, huilota, halcón, pájaro mosca, saltapared, tórtolo, etc.
- Reptiles: entre los principales y más comunes: alicante, bejuquillo, coralillo, cascabel, etc., además de saurios como el caimán y quelonios como las tortugas de agua dulce y salada y la muy apreciable de carey.
- Peces: atún, anguila, bagre, bobo, dorado, flamenco, gapoyecua, jurel, lobo, mojarra, mantarraya, palomita, pámpano, ojo de buey, roncador, sardina, etc. Crustáceos: acocil, camarón, cangrejo, hipa, jaiba, langosta y langostino.

-
- Moluscos: abulón, almeja, calamar, caracol, citerea, cono, pulpo, ostra, ostión, etc

1.1.6. FLORA

El estado cuenta con 12 mil has. de bosques de encinos, aile, oyamel, pino y cedro blanco. Aunque en menor cantidad el estado produce caoba, cacahila, cedro, ciprés, ébano, guayacán y otras maderas preciosas.

Algunos de los principales tipos de flora que podemos encontrar son los siguientes:

- Frutales: aguacate, anona durazno, guayaba, pitaya, plátano, tamarindo, tuna, naranja, etc.
- Plantas textiles: álamo blanco, bateco, copule, cáflamo, coca, chichi-caxtle, izote, lechuguilla, caña, etc.
- Plantas curtientes: aile, capulín, encino, granada, gordelina, madroño, colorado, cuéramo, tabachin, etc.
- Plantas de semilla olea ginosa: adarmideras blancas, ajonjolí, algodnero, cacahuate, calabaza, cayaco, cocotero, chic, chicalote, higuera, jaboncillo, jojoba, linaza, nabo, pochoto, etc.

-
- Plantas tintóreas y los colores que producen: Aguacate-café, achiote-amarillo rojo, achiotillo-amarillo naranja, añil-azul, ailelorado y café, arrollano-rojo, rán-amarillo y rojo, azafranillorillo, cascalote-amarillo negro, he-morado y café, chachamomado, huizache-negro, manglaalivo, moreno yapizarrado si sea con sales de fierro, mezquite y negro, moral-amarillo, muiltlecarmesi y plomo, orchillo-amarillo y rojo, polo del Brasil-rojo púrpura y es escarlata morado y café, sangre de drago-rojo, sauce llorón-amarillo, teje-café.
 - Plantas forrajeras: acahual alfalfa, abrojo, alfilerillo, bledo, cebada, chachamol, grama hutzapotl, lampotillo, maíz, nopal, quelite, trébol y zacate.
 - Plantas venenosas: colarin, candelilla, auio, cedrón, hinoja, pegajosa, hierbajo, yuca cimarrana, yedro.
 - Plantas gomeras: durazno, encino, fresno, guamúchil, huizache, limón, mamey, mariota, mangle, mezquite, nopal, polo dulce, péchate, pitaya, polo bobo, polo mulato, vara blanca.
 - Plantas resinosas: abeto, árbol de hule, árbol del Perú, arrayán, cedro blanca y colorado, copal blanco, copal china Colorado, galipandia, guayacán, ocote, copalchi, polo de bálsamo, pina.

- Plantas medicinales: abroja de tierra caliente, amole, ayal, confiturilla, copalquín, dragonero, golondrina, sen, ipecacuana, manzanilla, ocote, malva, polo mulato, peonilla, romera, siempreviva amarilla, sávila, torote negro, tepeguaje, hierba del indio, hierbabuena.
- Plantas silvestres de gran utilidad: candelilla, produce cera de cariadísima aplicación industrial, Jojoba, las semillas producen aceite comestible que a veces sustituye al cacao en la elaboración de chocolates; es también apreciada por sus propiedades cosméticas. Gabancillo, produce un aceite utilizado en la elaboración de pinturas. Marional de la que se extrae un sustituto del hule. Soya, su raíz es comestible como la de la papa o el camote.



Fig. 11.- Tipo de Vegetación en la República Mexicana

1.1.7. HURACANES

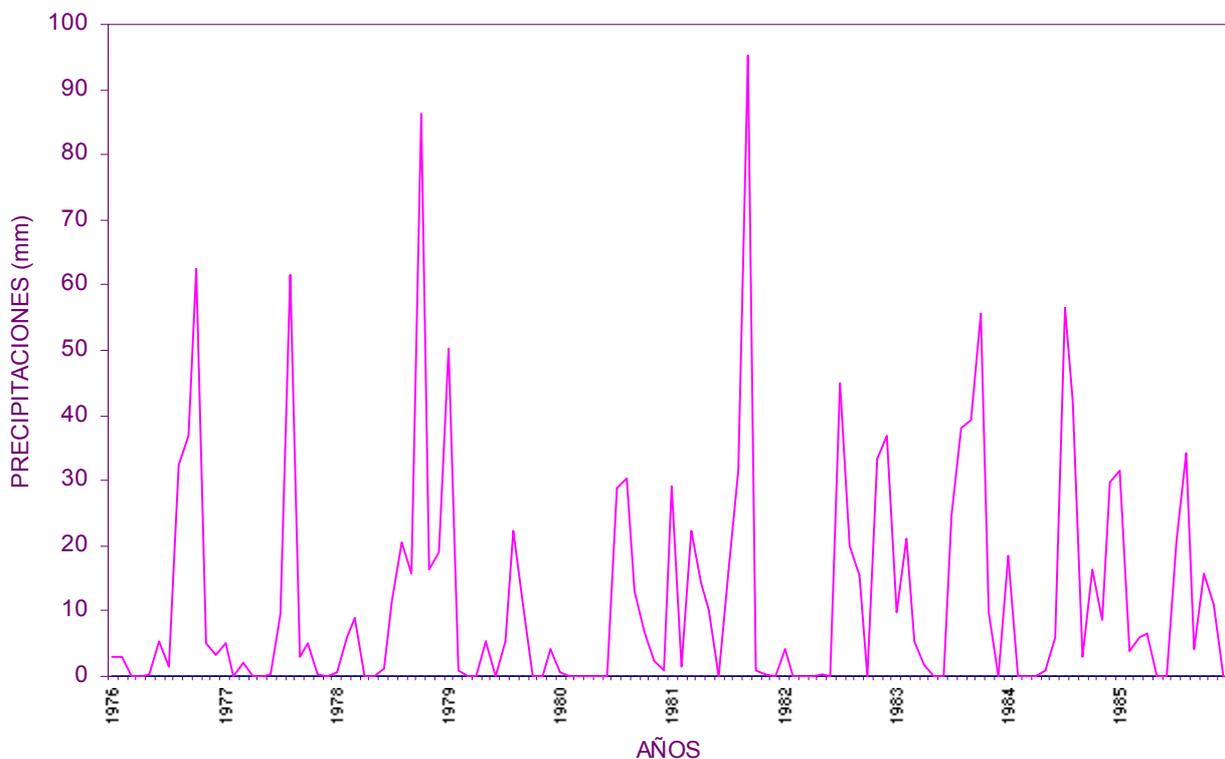
La zona costera del Valle del Yaqui ha sido una región que se ha visto afectada por varios huracanes los cuales han causado serios daños en esta.

Como se muestra en la siguiente gráfica los huracanes que han afectado seriamente esta región a partir del año de 1978 son los siguientes:

AÑO	NOMBRE	PERIODO DE VIDA	OBSERVACIONES
1978	Tormenta Paul	martes 26 de septiembre	vientos de 55 a 75 Km . Nom as ocasionó lluvias en la costa
	Huracán Rosa	viernes 6 de octubre	paso por todo lo largo de la costa.
	Ciclón Sergio	sabado 21 de octubre	precipitaciones de 330 mm en San Ignacio Río Muerto
1981	Lidia	6 - 8 de octubre	vientos de 85 Km /hr
1982	Paul	18 - 30 septiembre	vientos de 165 km /hr
1984	Norbert	14 - 16 de septiembre	penetró en la porción noreste del estado de Sonora
1986	Newton	18 - 23 de septiembre	con vientos de 120 km /hr
1989	Raymond	25 sept - 5 octubre	vientos de 232 km /hr
1990	Rachel	30 sept. - 2 octubre	afectó al sur de sonora con precipitaciones
1992	Lester	19 - 23 agosto	toco tierra en Sonora ya como tormenta tropical
1993	Hilary	17 - 27 agosto	entró por el norte de Guaymas desplazandose al nor-noreste
1995	Ismael	12 - 15 septiembre	entró por la bahia de Yavaros, Sonora como huracán categoría 1 desplazandoc hacia el norte
1996	Fausto	8 - 14 septiembre	se movió hacia el noreste
1997	Nora	16 - 25 septiembre	
1999	Greck	23 - 24 agosto	
2000	Ileana	15 - 17 septiembre	
	Tormenta Tropical Miriam	17 - 18 septiembre	
2001	Ivonne	13 - 15 septiembre	
	Juliette	29 - 30 septiembre	

En la gráfica 1 podemos ver las precipitaciones presentadas por estos huracanes, los cuales han causado muchos estragos en la zona acuícola. Uno de los recientes fue el Huracán Juliette el cual se presentó en el año del 2001, los daños que ocasionó se pueden apreciar en las fotografías 1 y 2. Este último huracán es el que se tomará como base para la presente investigación.

Grafica 1.- HISTOGRAMA CON PRECIPITACIONES MAXIMAS MENSUALES ACONTECIDAS DURANTE EL AÑO DE 1976 A 1985 RELACION A FOTOINTERPRETACIÓN 1979



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La zona costera del Valle del Yaqui es un lugar importante para el desarrollo sustentable en la producción del camarón, por lo que en esa zona se localizan varias granjas acuícolas las cuales han sufrido

grandes pérdidas debido a las precipitaciones excesivas que se han presentado durante eventos como huracanes, ciclones o tormentas tropicales.

En base a lo antes citado, cabe mencionar el caso de el huracán Juliette, el cual deformó el área de bordería de las estanquerías y derrames en algunas granjas, lo que provocó que el agua de los estanques se llevara casi 20 mil toneladas de camarón listas para la cosecha; estos fenómenos naturales provocaron que las condiciones topográficas del lugar cambiaran.

Para la presente investigación se consideró el área comprendida entre el ejido San José y playa Los Médanos tomando en cuenta la franja de influencia costera, para tal efecto se analizaron las situaciones extremas que presenten los eventos meteorológicos como huracanes, ciclones y precipitaciones intensas, ya que estos fenómenos provocan escurrimiento que impactan a la línea de costa y en la actualidad la actividad del hombre como un proceso productivo camaronícola puede ser afectado generando pérdidas considerables.

Dado lo anterior se plantean las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son los efectos que han causado las precipitaciones intensas en la zona Costera del Valle del Yaqui?

¿Las zonas de incidencia de las corrientes naturales en la costa, afectan directamente la zona productora acuícola de la costa del Valle del Yaqui?

1.3. HIPÓTESIS

Los ciclones y huracanes, así como eventos extraordinarios provocan escurrimientos excesivos que en su flujo, afectan a la zona costera y a la infraestructura de la producción camaronícola.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Determinar los puntos de incidencia de los flujos y su relación con la infraestructura de las granjas acuícolas presentados en la zona costera del Valle del Yaqui por escurrimientos considerando el área entre el ejido San José y playa Los Médanos debido a intensas lluvias que puedan ocasionar inundaciones.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir cauces que se localicen en la zona de estudio.
- Determinar los cambios topográficos que se han suscitado en el lugar durante los diferentes periodos.
- Identificar los flujos.
- Detectar las zonas de incidencia.

1.6. JUSTIFICACIÓN

La zona costera del Valle del Yaqui es la región topográfica más baja, formada en su totalidad por planicies costeras, por lo que hacia esta zona se deslizan los escurrimientos de las precipitaciones las cuales tienden a formar nuevos cauces o dirigirse por el sistema de drenaje, teniendo todos su incidencia en la zona costera, por lo que provocan que la topografía del suelo cambie provocando nuevos cauces o azolvando el drenaje del sistema de drenes. La zona más afectada por estas precipitaciones es la que se encuentra entre el ejido San José y la laguna Los Médanos, siendo esta una zona problemática debido a las lluvias, afectando así a las granjas acuícolas que se localizan ahí.

Debido al problema planteado anteriormente, se da lugar a la presente investigación que trata acerca de los impactos que han causado las precipitaciones, considerando su dirección de flujo y puntos de incidencia y de esta manera poder prevenir a los usuarios de la producción de camarón, junto con la región serán los directamente beneficiados. Por otra parte las plazas de trabajo se verán aumentadas ya que no serán interrumpidas por este tipo de fenómenos.

Un problema reciente en esta zona fue el paso del huracán Juliette, ya que éste cambió el medio ambiente de las estanquerías, bajó la temperatura, redujo la salinidad, modificó la recirculación del agua de los drenes y en muchos casos el camarón se asfixió. A

continuación se aprecian imágenes que muestran claramente la condición anterior y posterior a la tormenta antes citada.



Foto No. 1

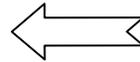


Imagen se muestra el estero San José y al fondo el parque acuícola "La Atanasia" antes del paso de la tormenta "Juliette" en el año de 2001

La misma área después de "Juliette". Puede observarse aquí como quedó bajo el agua una parte de "La Atanasia". (año de 2001)

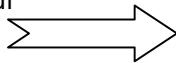


Foto No. 2

1.7. DELIMITACIONES

La investigación está delimitada entre el ejido San José y playa Los Médanos tomando en cuenta la influencia de la costa. Estos dos están dentro de la zona costera del Valle del Yaqui el cual se encuentra dentro del municipio de Bácum y San Ignacio Río Muerto. Los aspectos conceptuales comprenderán un análisis de dirección de flujo y determinación de zonas de incidencia enmarcados dentro de los límites mencionados.

El estudio se hará por medio de interpretación de fotografías aéreas las cuales serán de los años de 1979 y 1995, y mediante éstas se podrán identificar cauces, zonas de incidencia y cualquier cambio topográfico ocurrido dentro del periodo a estudiar.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se mostrarán los conceptos básicos que se necesitarán para llevar a cabo esta investigación.

2.1. FOTOGRAMETRÍA

La fotogrametría puede ser definida como el arte, ciencia y tecnología avocada a obtener información relevante de diversos objetos físicos de la corteza terrestre y de su medio ambiente, a través del proceso de medición e interpretación de imágenes

fotográficas y patrones de energía electromagnética radiante. (Herrera, 1983).

La fotogrametría tiene por objeto la representación en planimetría y altimetría del terreno por medio de fotografías convenientemente obtenidas. También tiene multitud de aplicaciones entre las que destacan notoriamente los levantamientos topográficos y la cartografía, además que desempeña un papel muy importante en la obtención de los datos necesarios para los sistemas catastrales modernos.

2.1.1. TIPOS DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS

Las fotografías aéreas se clasifican en aerofotos verticales, que son aquellas en que el eje óptico de la cámara coincide con la vertical del lugar del campo fotografiado y las fotografías oblicuas son aquellas que se toman describiendo un ángulo entre el eje óptico y la vertical del lugar. También existe una toma especial la cual combina las dos anteriores y recibe el nombre de sistema trimetrogón, este es muy ventajoso pues cubre una gran extensión del terreno.

En las siguientes figuras (Fig. 12,13 y 14) se observa como se toman las fotografías que seacaban de mencionar.

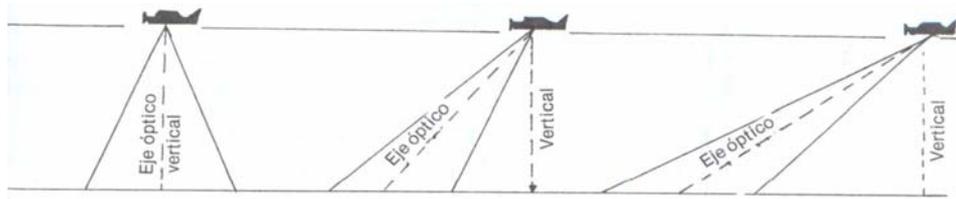


Fig. 12A

Se muestra como es tomada una fotografía de eje vertical

Fig. 12B

Se muestra como es tomada una fotografía de eje oblicuo con un ángulo de inclinación de 10°

Fig. 12C

Se muestra como es tomada una fotografía de eje oblicuo con un ángulo de inclinación de 30°

Figura No.12 (Alcántar,1990)



Fig. 13

Esta es una muestra de cómo se toma un sistema trimetrogón, esto es que una toma de eje vertical junto con dos oblicuas, esto hace que cubra mayor parte del terreno.

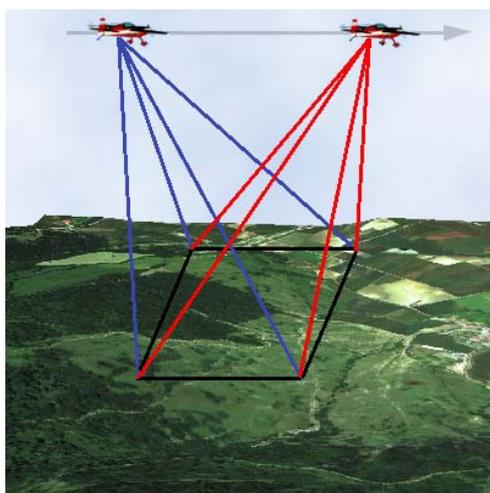


Fig. 14

En esta figura se muestra la dirección en la cual el avión va tomando la fotografía

Los fotogramas en dirección vertical son los medios principales para la cartografía orotopográfica. Este tipo de fotografías son las que se utilizarán en el estudio a realizar ya que con éstas se podrá identificar los cambios topográficos que han sucedido en la costa del Valle del Yaqui.

2.1.2. GEOMETRÍA DE UNA FOTOGRAFÍA

Las fotografías se toman en forma sistemática a lo largo de una línea de vuelo que cubre una franja de terreno, haciendo tantas líneas como sea necesario hasta cubrir por completo la zona deseada. Generalmente las líneas de vuelo son en el sentido norte-sur o bien este-oeste.

Alcántara (1990), menciona que para que exista un recubrimiento estereoscópico es necesario que las fotos se encimen o se traslapen longitudinalmente un 55 a 60%, esto es, que los disparos se hagan a un intervalo tal de tiempo que cada fotografía contenga un 60% de la anterior y un 60% de la siguiente. También es necesario un traslape lateral de 15 a 25%, esto es, que las líneas de vuelo se acerquen hasta lograr que las fotos de cada línea contengan 25% de la línea anterior y 25% de la siguiente (Fig. 15).

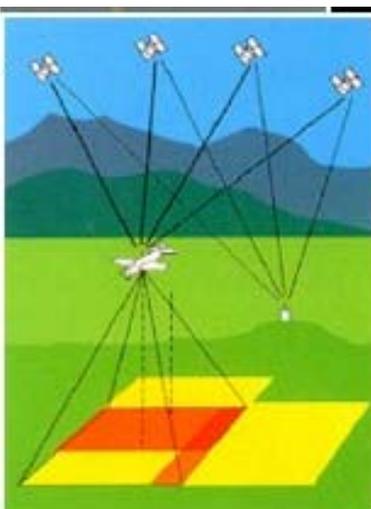


Fig. 15.- La zona roja que se encuentra es el área que se traslapa entre cada una de las fotografías como se mencionaba anteriormente.

Los indicadores alfanuméricos de los datos de vuelo y toma de una fotografía aparecen a continuación (Fig. 16):

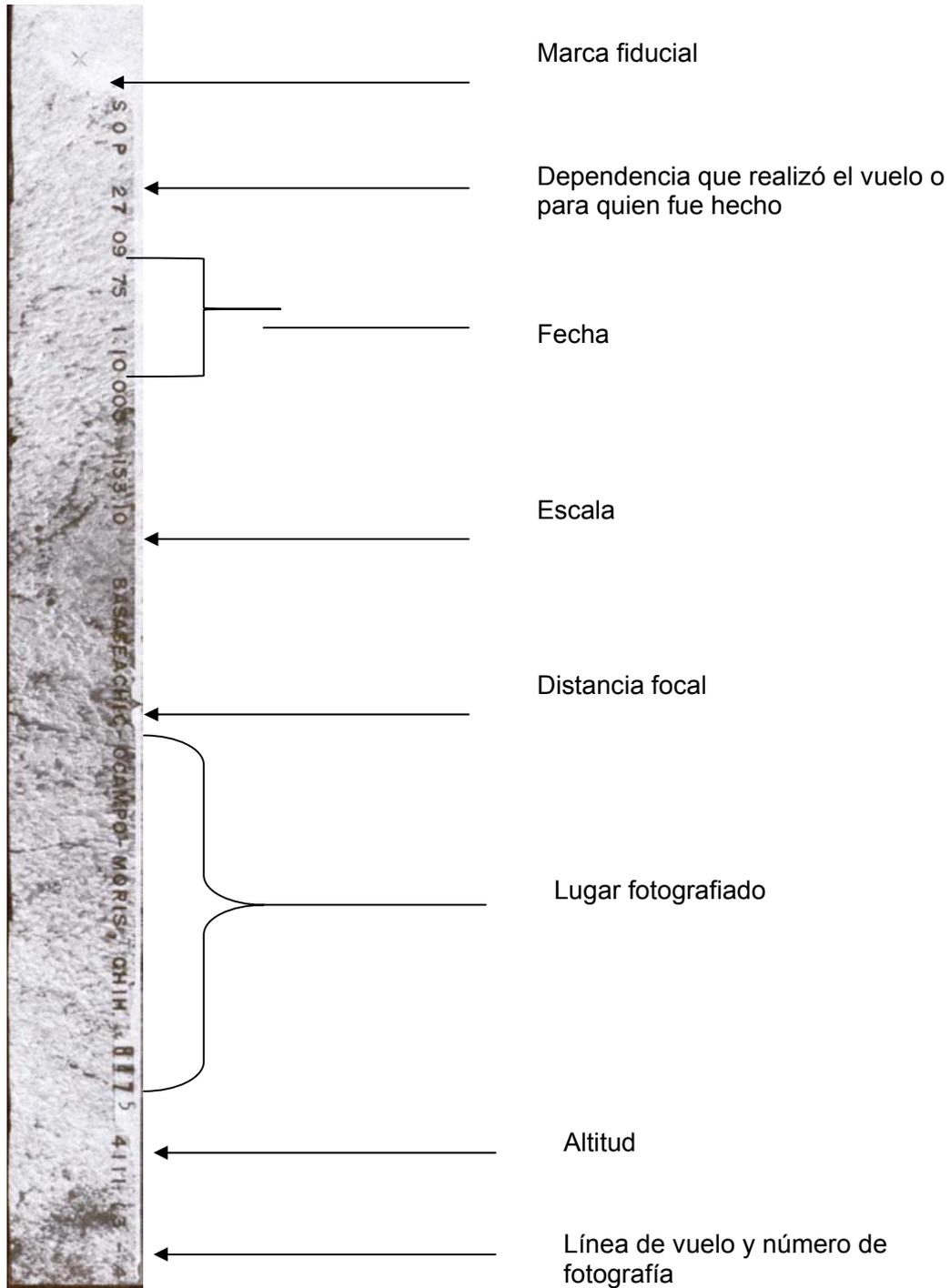


Figura No.16 indicadores alfanuméricos de los datos de vuelo y toma fotografías (Alcántara, 1990)

La información que se encuentra impresa en la fotografía (Fig. 16) sirve para poder clasificarlas ya que se puede apreciar el año en que fueron tomadas, así como el lugar de la toma y la escala a la que estas están. Con esto se logra comparar fotografías de años anteriores con actuales.

2.2. ESTEREOSCOPIA

La estereoscopia es la facultad de ver los objetos tridimensionalmente, pues se tienen dos puntos de vista del mismo objeto lo que permite apreciar el largo, el ancho y la profundidad de dicho objeto (Alcántara, 1990).

Al observar alternadamente con un ojo y otro ojo un mismo objeto, se produce una pequeña diferencia de la imagen que recibe el nombre de paralaje.

La paralaje de un punto se puede medir visualizando estereoscópicamente, obteniendo así la ventaja de mayor rapidez y, debido a que se utiliza visión binocular, mayor exactitud. Aunque también se puede obtener mediante una barra de paralaje mostrada en la figura No.17 ésta es simplemente una barra a la cual están unidos los dos medios índices (Brinker y Wolf, 1982).

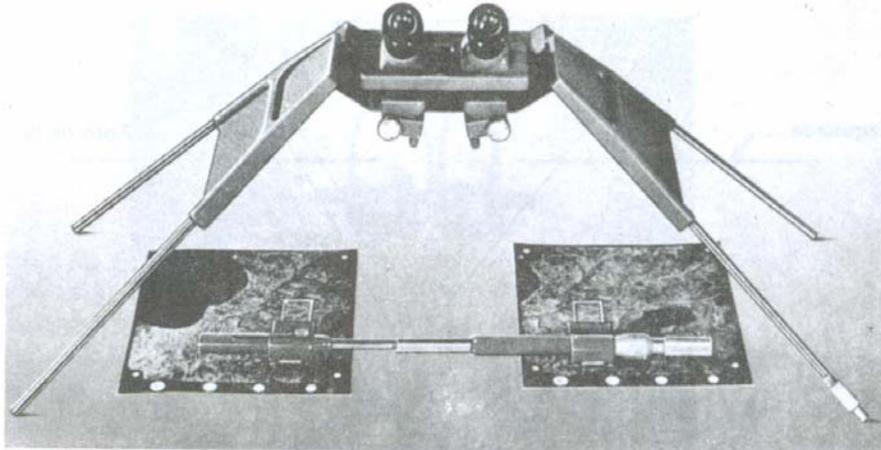


Figura No.17 (Brinker y Wolf, 1982).

Ahora que ya es conocida la función de un estereoscopio y la definición de paralaje se analizarán fotografías aéreas ya que con este se observarán las fotografías en tercera dimensión y posteriormente se podrán medir alturas, profundidades o tener mejor visión de las mismas.

2.3. HURACANES

Los huracanes son los disturbios atmosféricos más poderosos que hay sobre la tierra. Los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan las 74 mph. Tienen un centro muy definido con presión barométrica muy baja en éste.

La temporada de huracanes para el Océano Atlántico, Golfo de México y el Mar de Caribe comienzan oficialmente el 1 de junio y finalizan el 30 de noviembre; estos meses suelen ser los más intensos.

Los huracanes son clasificados por la escala saffir-simpson la cual se define a continuación:

CATEGORÍA	VIENTOS SOSTENIDOS (mph)	DAÑOS
1	76 - 94	minimos
2	96 - 110	moderados
3	111 - 130	extensos
4	131 - 155	extremos
5	sobre 155	catastróficos

Gráfica de escala de saffir-simpson

2.3.1. COMO SE FORMAN LOS HURACANES

Los huracanes se originan en los mares tropicales durante el verano y principios de otoño; el calor intenso produce fuertes corrientes de convección y grandes masas de aire caliente y cargado de humedad se elevan, dando origen a un área de presión muy baja hacia la cual fluyen los alisios que llegan del noreste y los que llegan del suroeste, el choque de estos vientos opuestos y la rotación de la tierra obligan a los vientos a girar y ascender alrededor del centro de la depresión, al que se le denomina ojo o vértice del ciclón.

El proceso por medio del cual una tormenta tropical se forma y, subsecuentemente, se intensifica al grado de huracán depende de, al menos, tres de las condiciones siguientes:

1. Un disturbio atmosférico preexistente (onda tropical) con tormentas embebidas en el mismo.
2. Temperaturas oceánicas cálidas, al menos 26 °C, desde la superficie del mar hasta 15 metros por debajo de ésta.
3. Vientos débiles en los niveles altos de la atmósfera que no cambien mucho en dirección y velocidad.

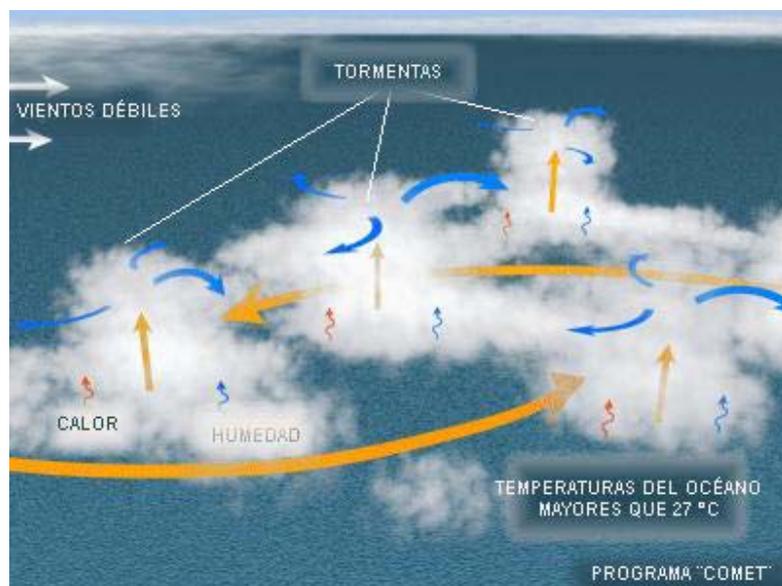


Fig.18 Ciclo de formación de un huracán

La energía que el ciclón tropical transforma en energía cinética de rotación y en procesos termodinámicos proviene del contacto entre el ciclón tropical y las aguas cálidas del mar y, por ende, del intercambio de energía entre las aguas del mar y el sistema ciclónico. Los vientos en los niveles bajos de la atmósfera, muy cerca de la superficie marina, circulan hacia el área de baja presión, es decir, confluyen hacia un lugar determinado. Las aguas cálidas le suministran al entorno del disturbio atmosférico la humedad y el calor

necesarios para que se desencadenen los procesos de formación de nubes y, generalmente, de lluvia y actividad eléctrica. Se forman las bandas de lluvia y los topes de las nubes que se han formado se elevan muy alto en la atmósfera.

Si los vientos en los niveles altos de la atmósfera se mantienen débiles, el ciclón tropical puede continuar intensificándose, alcanzando las subsecuentes categorías hasta llegar a huracán.

2.3.2. ESTRUCTURA DE LOS HURACANES

Las partes principales de un huracán son las bandas nubosas en forma de espiral alrededor de su centro. El ojo es un sector de bastante calma, poca nubosidad y, aproximadamente de 30 a 65 Km de diámetro. La pared del ojo está compuesta de nubes densas; en esta región se localizan los vientos más intensos del huracán.

Las bandas en forma de espiral con fuerte actividad lluviosa convergen hacia el centro del huracán de manera antihoraria. En los niveles altos de la atmósfera, el viento circula en forma horaria (anticiclónico), contrario a como lo hace en los niveles bajos. El aire desciende en el centro del huracán dando lugar al ojo del mismo.

En la densa pared de nubes que rodea el ojo se localizan los vientos más fuertes del huracán.

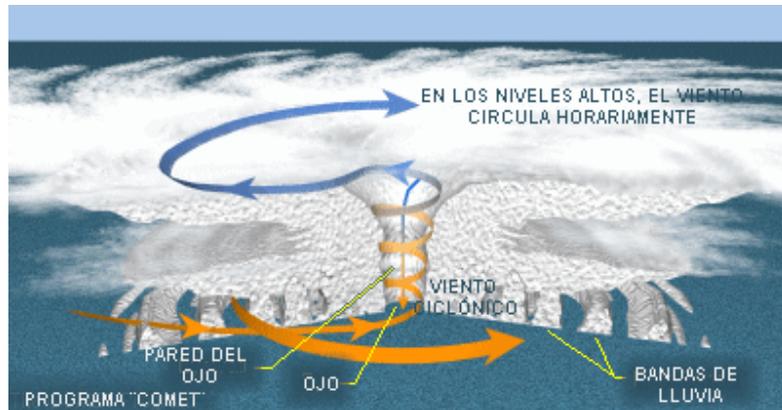


Fig. 19 Estructura de un huracán

En los niveles bajos se da la confluencia de viento que rota anti horariamente (ciclónico) y, por el contrario, en los niveles altos, en donde se da la salida del sistema, los vientos circulan horariamente (anticiclónico). En el gráfico superior, se observan las bandas de lluvia y una corriente de aire descendente en el centro del sistema, lugar en donde se forma el ojo del huracán.

2.4. PLATAFORMA CONTINENTAL

La plataforma continental es la franja costera donde el fondo marino desciende desde los 0 a 300 m de profundidad. En torno al 8% de los océanos se encuentra en esta zona de fondos poco profundos. El límite de la plataforma con las zonas oceánicas más profundas se denomina borde continental. Está formada por fajas de tierras sumergidas a lo largo de las costas cubiertas por aguas poco profundas.

A las aguas de la plataforma continental, las penetran fácilmente los rayos del Sol, creándose un ambiente favorable para la vida vegetal y animal. En esta zona del océano se concentra la mayor diversidad de especies vivas, pues en ese lugar se presentan diferentes condiciones de ambiente y, por lo tanto, pueden encontrarse organismos que se adaptan a las aguas calientes o frías y a la alta o baja salinidad, o los que buscan las rocas azotadas por las olas, o los cientos de organismos depositados en aguas tranquilas.

La formación de la plataforma continental se debe a varios procesos. Por un lado, la erosión de las olas que recortan la línea costera. Los materiales resultantes de la erosión de las costas se van acumulando junto con los provenientes de los ríos formando la plataforma y extendiéndose hacia el océano. También la plataforma está formada por materiales sujetos al continente por barreras construidas por organismos como arrecifes o por plegamientos tectónicos. En muchos casos o ha sido originada por hundimiento o inundación de zonas continentales, como ocurre en el Mar del Norte, por presiones entre bloques continentales que empujen materiales hacia arriba, etc.

Casi toda la pesca comercial en el mundo se realiza en las aguas de las plataformas continentales, lo que justifica la importancia pesquera y alimentaria de las mismas. En dichas zonas también existen grandes reservas de energéticos, como el petróleo, así como numerosos recursos que son utilizados para la fabricación de medicamentos, razón por la cual esas aguas tienen un amplio significado político y socioeconómico para los países.

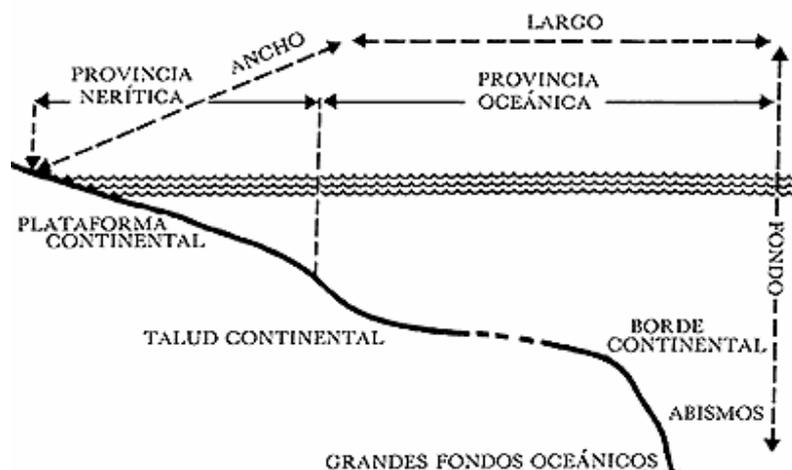


Fig. 20.- Localización de la plataforma continental

2.5. MAREAS

Las olas que produce el viento al accionar sobre la superficie del mar marcan sobre la costa un ritmo constante; pero también puede presentarse un ritmo más lento, generalmente dos veces por día, que es lo que constituye las mareas; éstas a su vez son ocasionadas por la acción del Sol y de la Luna sobre el agua de mar, siempre en un espacio de 24

horas. Primero, la Luna hace crecer la marea, y cuando llega al cenit (punto del "cielo" superior al horizonte y que corresponde verticalmente a un lugar de la Tierra), declina y se pone, hace que baje la marea, y al salir el Sol, la marea crece de nuevo; después de esto cede y vuelve a subir cuando aparece nuevamente la Luna.

Las mareas presentan gran diversidad de comportamiento, ya que las condiciones locales y la configuración del terreno pueden originar que el ascenso y descenso de las aguas presente un curso poco usual.

En algunos lugares hay una sola marea por día. En otros no se puede hablar de marea en el sentido de *pleamar* (ascenso máximo de la marea) y *bajamar* (descenso máximo de la marea), pero en cambio enormes corrientes avanzan o retroceden influyendo en grandes extensiones de la costa y produciendo gigantescas olas de marea.

III. METODOLOGÍA

En este proyecto se identificará como los puntos de incidencia de los flujos superficiales ocasionados por precipitaciones excesivas han afectado la zona costera del Valle del Yaqui entre ejido San José y playa Los Médanos tomando en cuenta la influencia de costa.

Estos impactos han tenido como consecuencia la formación de nuevos cauces y daños en las estructuras de las granjas acuícola que se localizan en esta zona.

Para identificar los cambios que se han dado se tomará como base el análisis de fotografías aéreas de distintos años en esta zona, así se podrá comparar entre ellos los cambios que se han ido suscitando

Una vez obtenidos estos cambios se procederá a interpretar diferentes planos para cada uno de los años y así poder llegar a la interpretación de los resultados.

Para poder lograr este objetivo se seguirán los siguientes pasos:

1. Búsqueda de información relacionada con el tema
 - a. INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática)
 - i. Planos topográficos, geológicos, hidrológicos
 - ii. Fotografías aéreas
 - b. Clima
 - i. Oficina SEMARNAT
 - ii. Análisis de fenómenos meteorológicos
 - c. Internet

2. Visita a la zona de estudio
 - a. Descripción general del área de estudio
 - b. Descripción por medio de fotografías
 - c. Levantamiento de coordenadas

Este levantamiento se hará con el GPS (sistema de posición global) el cual da las coordenadas del lugar en donde nos encontremos mediante señales de satélite.

3. Fotointerpretación

- a. Parámetros de drenaje
- b. Unidades geológicas
- c. Relación mar-continente
 - i. Costa
 - ii. Litoral
 - iii. Zona agrícola

4. Obtención de planos para diversas fechas

5. Interpretación de resultados

A continuación se hace una descripción completa sobre cada uno de los pasos que se mencionó anteriormente.

3.1. Búsqueda de información relacionada con el tema

En esta etapa es necesario recopilar toda la información y material que se vaya a utilizar. En este caso se tendrá que investigar sobre el clima que tiene esta región y sobre los fenómenos meteorológicos (huracanes, precipitaciones, hp (mm)) que se hayan suscitado en la zona de estudio en el periodo a analizar.

También se obtendrán planos topográfico, hidrológicos y geológicos de la región, ya que éstos se considerarán como base para realizar la fotointerpretación.

Otro material que se recopilará serán las fotografías aéreas de la zona de estudio para los diferentes años.

3.2. Visita a la zona de estudio

Se harán recorridos por la zona para poder tener una descripción general, así como también una comparación con las fotografías aéreas que se tengan y se tomará como base los planos topográficos, hidrológicos y geológicos.

También se podrá hacer un levantamiento de coordenadas de puntos clave y de algún cauce, colector o dren que se encuentre en esta zona. Las coordenadas se tomarán con el GPS (sistema de posición global) con el cual se obtendrá la posición mediante señales de satélites.

3.3. Fotointerpretación

Para poder analizar las fotografías aéreas se utilizará un estereoscopio de espejos, el cual permitirá observar las fotografías en tercera dimensión así como los desniveles, y profundidades de la zona.

El análisis de estas fotografías llevará a identificar las direcciones de flujo para definir el drenaje, así como las unidades geológicas que se encuentran en la zona de estudio y a su vez determinar los puntos de incidencia.

También se podrá hacer una relación mar-continente en la cual se definen tres zonas de actividad del hombre y la cual manifiesta condiciones diferentes ante la acción de los flujos e incidencia de aguas.

3.4.1 Costa

En esta se identificará la zona de influencia continental, zona de influencia marítima, abanicos aluviales que se hayan formado en la zona, dirección de el flujo, así como cauces que se encuentren en la zona de estudio. Esto será para ambos años.

3.4.2 Litoral

Identificar como ha cambiado la costa debido a la precipitaciones excesivas que se han sucedido en la zona así como también las granjas acuícolas que se encuentran dentro de la zona.

3.4.3 Zona agrícola

Identificar la afectación que la tenido la zona agrícola debido a la zona de influencia continental y marítima.

3.4. Obtención de planos para diversas fechas

Una vez hecha la fotointerpretación y encontrado los cauces, drenes, colectores, etc, se procede a plasmarlos en planos para cada una de las diferentes fechas y así comparar las diferentes épocas para ver cuáles han sido los cambios que se han suscitado.

3.5. Interpretación de resultados

En este punto se identificarán los cambios que se han suscitado en la zona costera del Valle del Yaqui entre ejido San José y playa Los Médanos por los fenómenos meteorológicos en los diferentes años planteados.

IV. RESULTADOS

4.1. Identificación de eventos físicos que evidencian flujos importantes de 1976 a 1985. Para la identificación de los eventos físicos se utiliza una fotointerpretación apoyada en el vuelo de 1979, con escala 1:70000.

Las fotografías utilizadas fueron: de la línea 8, la foto 24 a la foto 29; línea 9, de la foto 3 a la foto 10; línea 10, la foto 24 a la foto 30; todas ellas del vuelo R-375, con escala 1:70000 de el año de 1979.

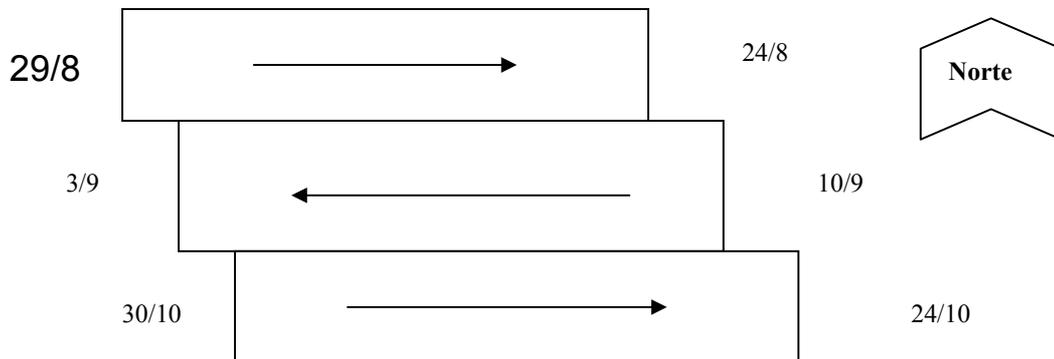


Fig. 21 Esquema de acomodo de fotografías analizadas

En esta se identifican las zonas de impacto:

1. ZONA DE INFLUENCIA MARINA

Esta zona cubre un área de 81.9406 km^2 donde se puede identificar la curva del Nivel de Máxima influencia en eventos de pleamar; formando estos grandes planicies de costas determinadas como zona de marisma. Esto se puede observar en el plano de zona de influencia del año 1979.

En esta zona es importante considerar los eventos de flujo y reflujos de marea ya que estos puntos extraordinarios pueden en su momento impactar la obra acuícola que en él se instalen, generando esto pérdidas por efecto de arrastre de sedimentos y ascensión del nivel freático marino.

En la zona no se detecta ningún aporte de sedimento de origen continental, tampoco se encuentra evidencia alguna

de abanicos aluviales, que indiquen que los flujos origen de aguas meteóricas provenientes de continente impacten esta área, o el efecto de altas y bajas mareas que transporten este sedimento a la línea de plataforma continental.

2. ZONA DE INFLUENCIA CONTINENTAL

El área comprendida por esta zona es de 159.076 km², en la cual llegan los flujos de los cauces trayendo grandes sedimentos que forman abanicos aluviales. Esto se puede observar en el plano de zona de influencia del año 1979.

También se encuentran meandros, algunos ya abandonados, pero que funcionan como cauces, los cuales con precipitaciones altas que se lleguen a presentar pueden afectar las infraestructuras acuícolas que se encuentran en el lugar.



Foto 3.-Meandro abandonado



Foto 4.-Meandro abandonado

En las fotografías anteriores (Foto 3 y 4) podemos observar un meandro abandonado, el cual se localiza al sur del poblado La Tina, el cual tiene una amplitud aproximadamente de entre 80 y 100 metros.



Foto 5.- Cauce que desemboca en La Atanasia



Foto 5.- Cauce que desemboca en La Atanasia

En estas fotografías (Foto 5 y 6) se tiene un cauce que desemboca en La Atanasia, éste como se observa está bien definido.

A continuación, un dibujo esquemático de identificación de los fenómenos físicos que evidencia la presencia de flujo para 1979 (fotointerpretación cartas esc 1:70000) (INEGI)

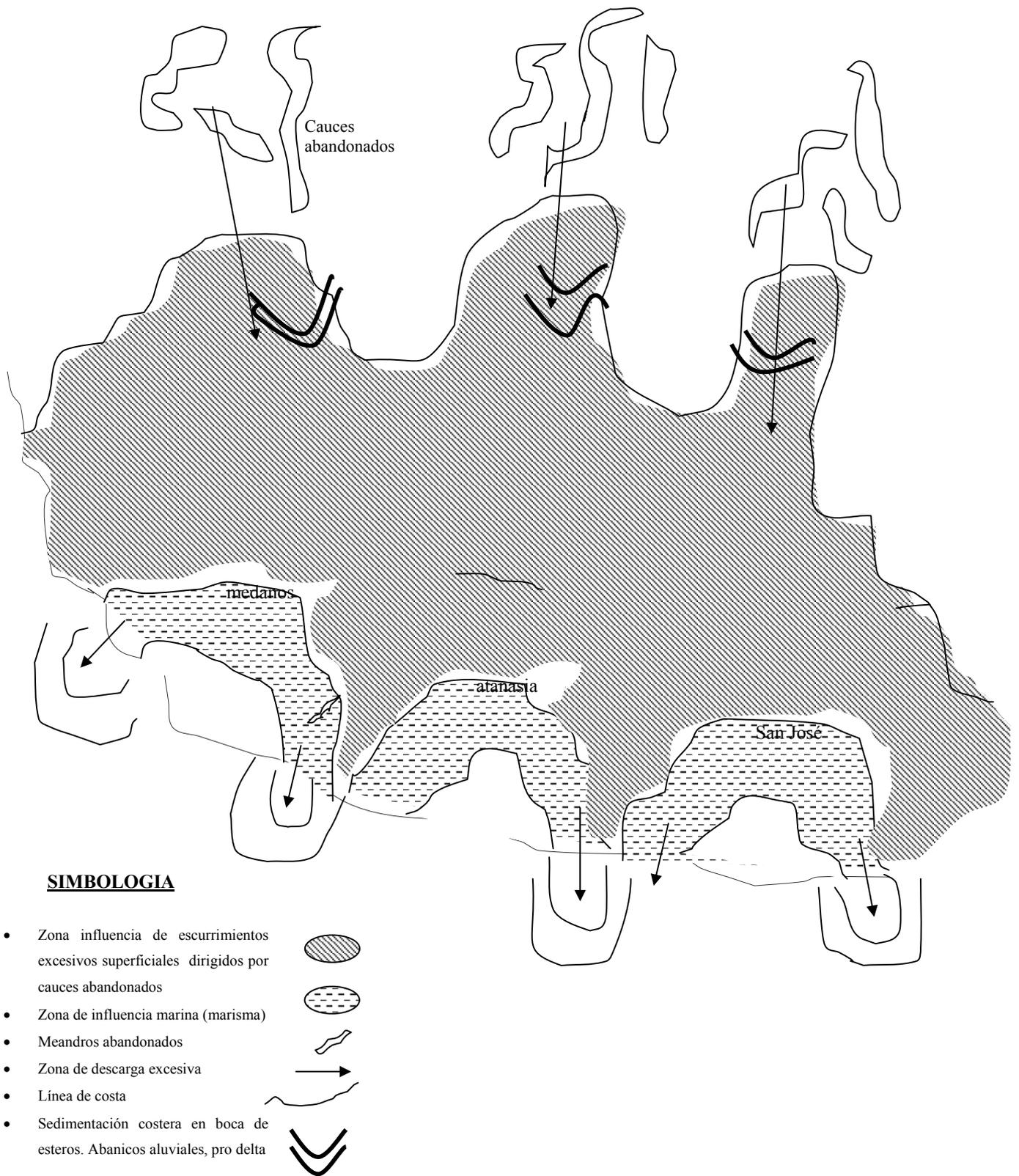


Fig. 22.- Dibujo esquemático de la zona de estudio

En este dibujo esquemático (Fig. 22) se identifica la incidencia de tres flujos principales hacia la línea de costa en una zona de meandros o cauces abandonados, donde estos flujos han influenciado a una gran área costera en presencia de sedimentos tipo continental (color gris) pero a su vez siendo este espacio de transición que gobernaba al flujo hacia su salida al mar (plano de cauces del año 1979) formando en la interacción litoral-costa.

La zona de influencia de estuarios, identificados como meandros (Foto 4 y 5) Atanasia y San José, dando los flujos y reflujos de las mareas permiten generar otra zona de influencia a la cual identificamos como zona de marismas, donde la concentración de sedimentos es mayor hacia las arenas que los finos (arcillas y limos) son zona neutrales de humedades con presencia de sistemas de lagunas ante barrera de costa (dunas) influenciadas por flora tipo mangle.

En esta zona (zona de marisma) se identifica una influencia predominante de mareas, teniendo presencia de flujo mar-continental de tipo destructivo (Foto 7 y 8) durante la evolución de meteoros tipo huracán, lo cual convierte a esta zona en un área de riesgo (Foto 9) por flujos y reflujos marinos durante eventos huracanados.

La zona de influencia continental, en color gris, los principales componentes sedimentarios son arcillas, limos, arenas, con influencia de percolación saturada en el suelo, lo que lo convierte suelo tipo Solonchack, y en ella se tienen puntos críticos de incidencia de flujos excesivos durante eventos de tipo huracanado, conduciendo sobre sus cauces (meandros abandonados, Foto 5, 6, 7 y 8) grandes volúmenes donde la economía de las corrientes agrega grandes cantidades de sedimento, lo que implica un constante peligro para todas aquellas obras de estanquería acuícola, ya que el flujo tendría a buscar su cauce original provocando destrucción de bordes y además inundaciones del área en general, lo que se interpretaría como un desastre hacia un medio productivo.

Ambas zonas identificadas (marisma e influencia continental) son zonas de riesgo por incidencia de flujos que buscan su cauce original de acuerdo a la topografía imperante en el área. De acuerdo a lo anterior, se hace necesario que se planee y diseñe de acuerdo a las áreas de influencia de flujo continental, no permitiendo construcción alguna de estanquerías sobre cauces abandonados, que están plenamente identificados y de esta manera los flujos se conduzcan de manera libre, sin influencia alguna sobre obras de ingeniería con sentido de productividad acuícola.

4.1.1. HIDROLOGÍA

- Descripción fisiográfica:

El área de estudio se encuentra en la zona costera del delta del río Yaqui, desde los Médanos hasta San José, con una influencia salina en promedio de 10 – 15 Km., al interior del delta. En ella se logró identificar por medio de fotografías aéreas a escala 1:70000 de el año 1979 rasgos que evidencian los principales efectos de flujo. Se describen como cauces de meandros abandonados, con un patrón determinante en rumbo NE – SW teniendo la misma dirección de flujo. Se detecta la zona de influencia meándrica.



Foto 4.- Meandros que tienen su función de cauces



Foto 5.- Meandros que tienen su función de cauces

En relación a esta zona de conducción se logra identificar flujos importantes que impactan la zona de influencia continental, la cual se marca con incidencia en la formación de abanicos aluviales para las

precipitaciones acontecidas de 1976 a 1979, guardando gran cantidad de sedimento formando abanicos aluviales.



Foto 6.- Colector principal No. 1

Aquí se muestra el colector principal No.1 el cual desemboca en el estero La Atanasia. También existen en esta zona dos colectores más que son el colector No.3 que desemboca en los Médanos, y el colector No.4 el cual desemboca en San José.

En esta zona no se detecta algún aporte de sedimento de origen marino, pero se detectan formación de abanicos aluviales provocados por la cantidad de sedimentos que han arrastrado los cauces debido a las precipitaciones suscitadas.

4.2. Identificación de eventos físicos que evidencian flujos importantes de 1995, para la identificación de los eventos físicos se utiliza la fotointerpretación apoyada en el vuelo de 1995, con escala 1:75000.

Las fotografías utilizadas fueron: de la línea 63, la foto 14; línea 64, foto 3; línea 65, foto 14; línea 66, foto 3; todas ellas del vuelo R-1248 con escala 1:75000 de el año de 1995.

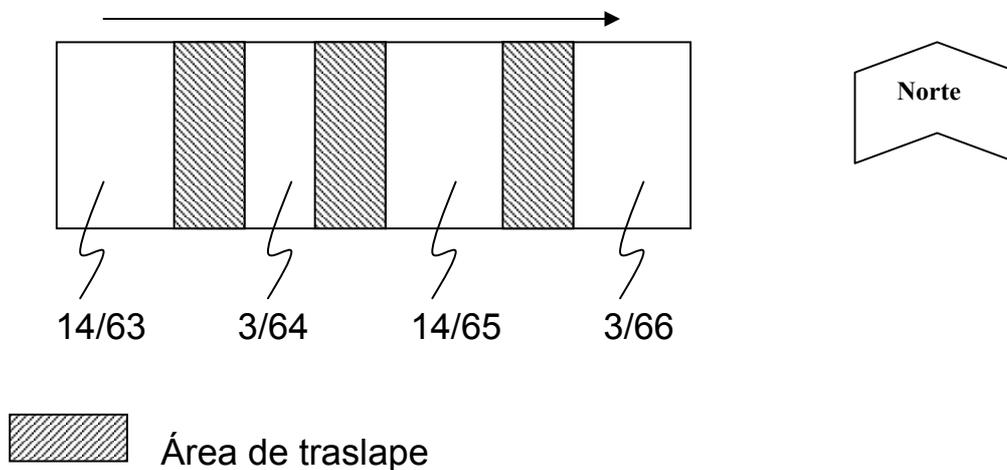


Fig. 23.- Dibujo esquemático de la colocación de fotografías

En estas se logra identificar las zonas de impacto:

1. ZONA DE INFLUENCIA MARINA

Esta zona cubre un área de 219.037 km² donde se puede identificar la curva del Nivel de Máxima influencia en eventos de pleamar; formando estos grandes planicies de costas determinadas como zona de marisma. Esto se puede apreciar en el plano de zonas de influencia del año 1995.

En esta zona es importante considerar los eventos de flujo y reflujo de marea ya que estos eventos extraordinarios afectan la obra acuícola que en él están instaladas. En éstas ya se han generando grandes pérdidas por efecto de arrastre de sedimentos y ascensión del nivel freático marino.

A continuación se observa como estos eventos han destruido lo que se encuentra en esta zona:

Foto 7.- Casa destrozada luego del paso del huracán Juliette (2001)

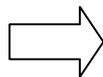




Foto 8.- Otra toma de cómo el mar entró a la zona donde se encontraban las casas (2001)

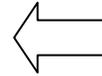


Foto 9.- Zona acuícola invadida por el mar durante el Huracán Juliette, tomada desde un avión.

En la fotografía no se detecta ningún aporte de sedimento de origen continental, tampoco se encuentra evidencia alguna de abanicos aluviales, que indiquen que los flujos de aguas meteóricas provenientes del continente impacten esta área, o el efecto de altas y bajas mareas transporten este sedimento a la línea de plataforma continental.

2. ZONA DE INFLUENCIA CONTINENTAL

El área comprendida por esta zona es de 93.60 km², en la cual llegan los flujos de los cauces trayendo grandes sedimentos que forman abanicos aluviales con un radio de hasta 2,700 metros. Esto se puede apreciar en el plano de zonas de influencia del año 1995.

También se encuentran meandros, algunos abandonados, los cuales funcionan como cauces que con precipitaciones altas que se lleguen a presentar pueden afectar las infraestructuras acuícolas que se encuentran en el lugar.

4.3. Identificación de eventos físicos que evidencian flujos importantes del año 2002, para la identificación de los eventos físicos se utiliza apoyo en una foto satelital

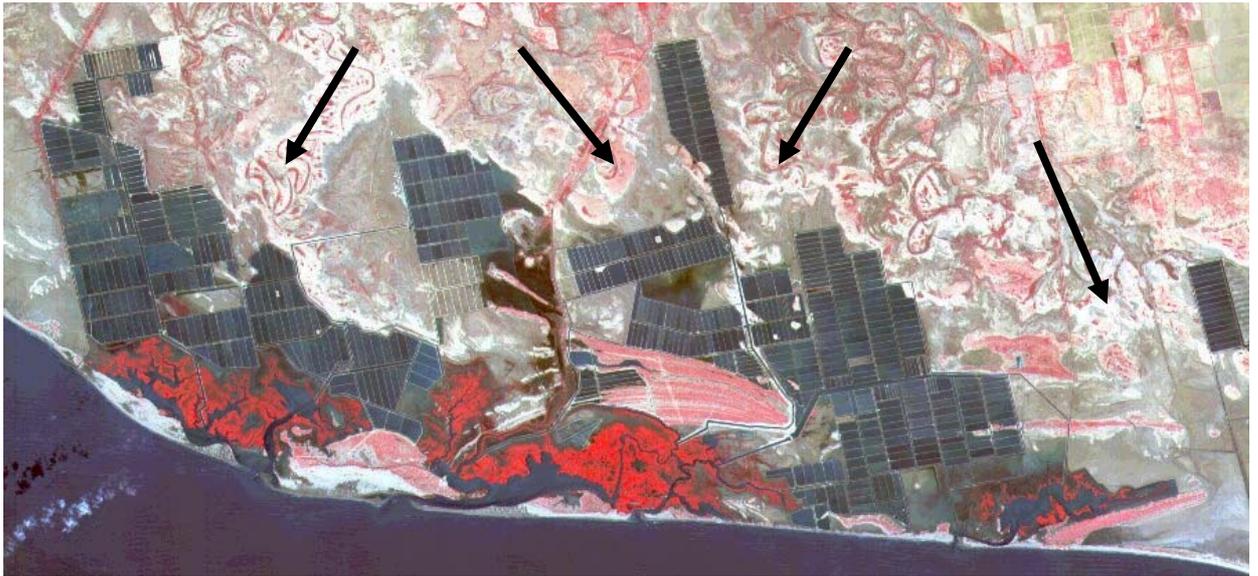


Foto 10.- Foto satelital de la zona de estudio donde las flechas marcan la dirección del flujo

Esta es una fotografía satelital reciente del área de estudio. En ella se observa que se han establecido un gran número de granjas tanto de interés social como privadas.

También se puede apreciar que todas estas granjas están colocadas en zona donde corren el riesgo de quedar destruidas cuando se presente un huracán, ciclón o simplemente una marea alta.

El Río Colorado forma el límite natural entre Sonora y Baja California. Los ríos Yaqui, Mayo y Magdalena, están declarados en jurisdicción federal.

El Río Sonora nace en el Ojo de Agua de Arvayo, situado en las inmediaciones de la Sierra de Cananea, su curso abarca un recorrido de 420 Km. de Norte a Sur; pasa por los pueblos de Bacoachi, Chinero, Arizpe donde recibe la afluencia del riachuelo Bacanuchi-Sinoquipe, Banamiche, Huépac, Aconchi, Baviacora y Suaui. Continúa por municipio de Ures, pasa el municipio de Hermosillo regando San Luis, Topahue, El Molino, La Galera, y El Chino.

En las inmediaciones de la capital se recibe la afluencia del Río San Miguel. El río Magdalena, recibe también los nombres de Mar, Asunción y Concepción. Tiene un curso de 384 Km., nace en las sierras del Norte del municipio de Imuris y corre al Sur atravesando Cañada de Imuris, en donde recibe la afluencia del Río Cocóspera que nace en la Sierra de la Mariquilla, continua su curso al SO recorriendo los pueblos de Terrenate, San Ignacio, Magdalena, Santa Ana y los ejidos de San Lorenzo, Santa Marta, Coyotillo y El Claro. Se interna luego en el municipio de Trincheras; al SO de la Villa de Altar se le une el Río Altar, que a su vez obtiene la afluencia del Río Seco y riega los pueblos de Sáric, Tubutama, Oquitas y Altar. Sigue por Pitiquito y Caborca toma rumbo al Oeste y se pierde en el Golfo de California. Río Mátape nace cerca de la villa Pesqueira en el

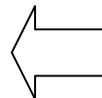
4.4. Comparativa entre los eventos suscitados en el año de 1975 y los eventos de el año 1995

Comparando los dos planos obtenidas de las fotointerpretaciones, se puede decir que la zona marítima ha ganado cada vez más terreno, esto es que el mar ha estado arrasando hacia el interior del valle.

Otro detalle importante a mencionar es que donde se encuentran las granjas acuícolas, las cuales corren gran peligro en caso de presentarse un ciclón, huracán o simplemente un maremoto ya que esa área quedaría devastada completamente, debido a que estas no tienen ningún tipo de protección contra la acción de la transgresión marina.



Foto 11.- toma de los estanques de las granjas acuícola



También se observa como con el paso del tiempo los causes que se encuentran en esta zona van acumulando sedimentos que arrastran a lo largo de todo su camino y van formando abanicos aluviales.

V. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

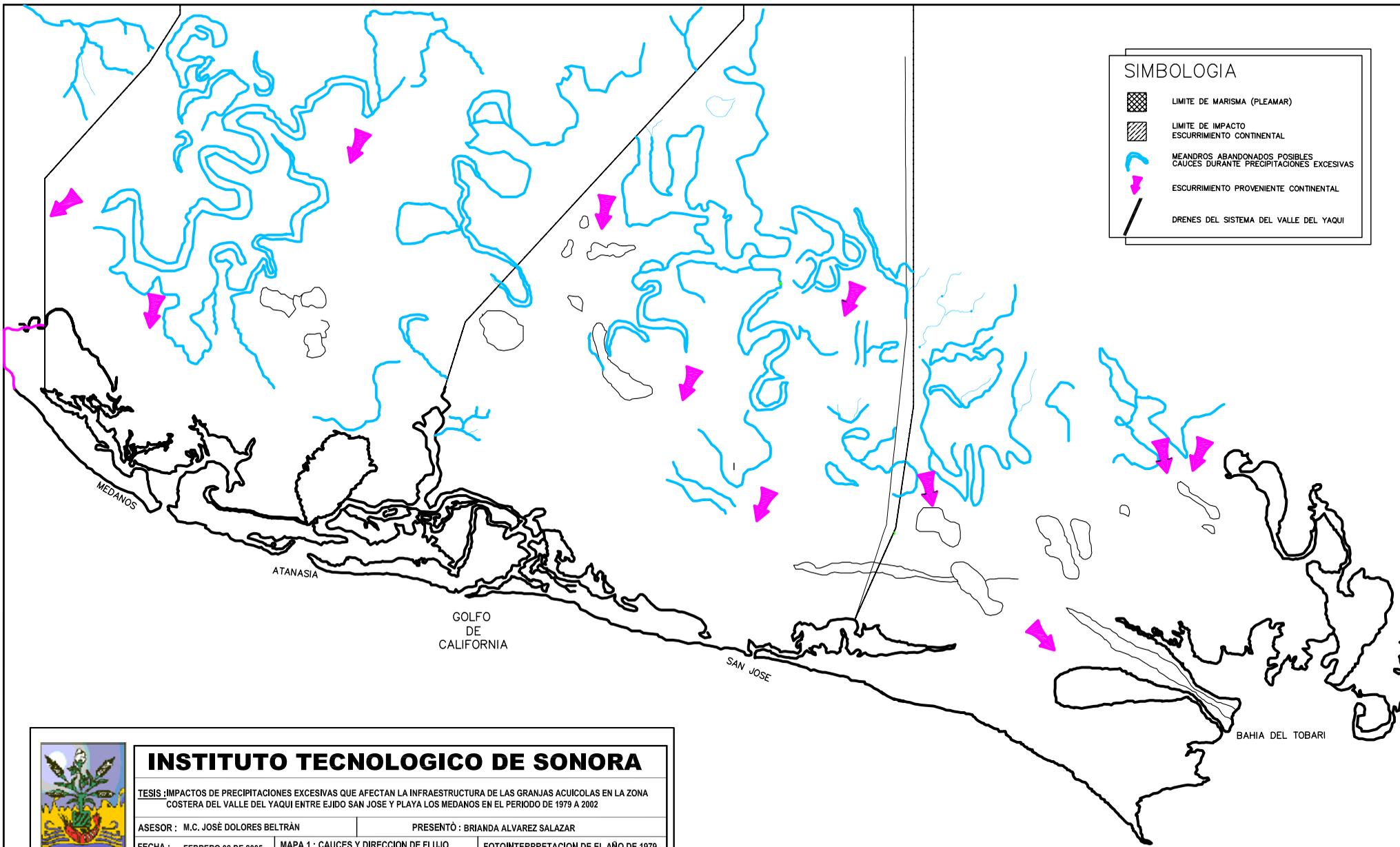
- **VUELO DE 1979 VS VUELO DE 1995**

En la fotointerpretación (Plano de 1979) de ambos vuelos para la identificación de flujos, se identifica la influencia de flujos continentales muy marcadamente hasta la zona de marisma, permitiendo esto que los cauces naturales tuvieran sus propios cauces que desemboquen a los esteros Médanos, Atanasia y San José. Se puede considerar a este un drenaje de tipo natural ya que no se encontraba la influencia de la zona acuícola; esto marca la importancia de hacer una planeación adecuada para el desalojo de estas aguas continentales.

En la interpretación del año 1995 (Plano 1995), se identifica un retroceso en los puntos de incidencia de los flujos hacia una zona de meandros continentales, y se marca como punto importante el crecimiento de la industria acuícola de una forma deshinivida, ya que se hace obra sin conciderar la influencia de los cauces pueden ocasionar en periodos de alta precipitación (meses de agosto - noviembre) o emergentes durante eventos huracanados. Este impacto es previsible ya que no se respeta un cauce natural o planea alguna infraestructura que permita el desalojo de agua excedente, obedeciendo esto a la topografía del lugar ya que los esturios son el punto final de desfogue natural de los flujos identificados, por lo tanto se puede definir cuáles lugares serán impactados durante eventos que tengan flujos excesivos.

En los planos (1979, 1995) para definir la zona de influencia continental (Plano 1979) y costa Marina, se puede distiguir claramente que para el período 1979 la zona de influencia marina ocupaba la zona esturia (influencia de laguna) y levemente se introducía a zona continental (aprox a los 2 Km.) lo que implica que la incidencia de flujos de origen continental tenía descargos directamente hacia zonas lagunares estuarias y de ahí la incorporación a la masa de agua del Golfo, por medio de la acción de los mares (bajamar y pleamar).

En la fotointerpretación para 1995 (plano 1995) se puede identificar como la influencia natural de flujos continental disminuye y aumenta la zona de influencia marina (acción del hombre, procesos productivos acuícolas). A razón de influencia hasta 7 Km., al interior del litoral, lo que se interpreta como la ocupación de una zona de costa para permitir por la acción del hombre la entrada de flujo de agua de mar por medio de sistemas controlados, pero se identifica también que no se ha tenido cuidado por invadir cauces de tipo natural que permitan la salida de agua de la zona continental durante eventos meteóricos, lo que redunda en zonas de riesgo por inundación y destrucción de bordos.



INSTITUTO TECNOLOGICO DE SONORA

TESIS : IMPACTOS DE PRECIPITACIONES EXCESIVAS QUE AFECTAN LA INFRAESTRUCTURA DE LAS GRANJAS ACUICOLAS EN LA ZONA COSTERA DEL VALLE DEL YAQUI ENTRE EJIDO SAN JOSE Y PLAYA LOS MEDANOS EN EL PERIODO DE 1979 A 2002

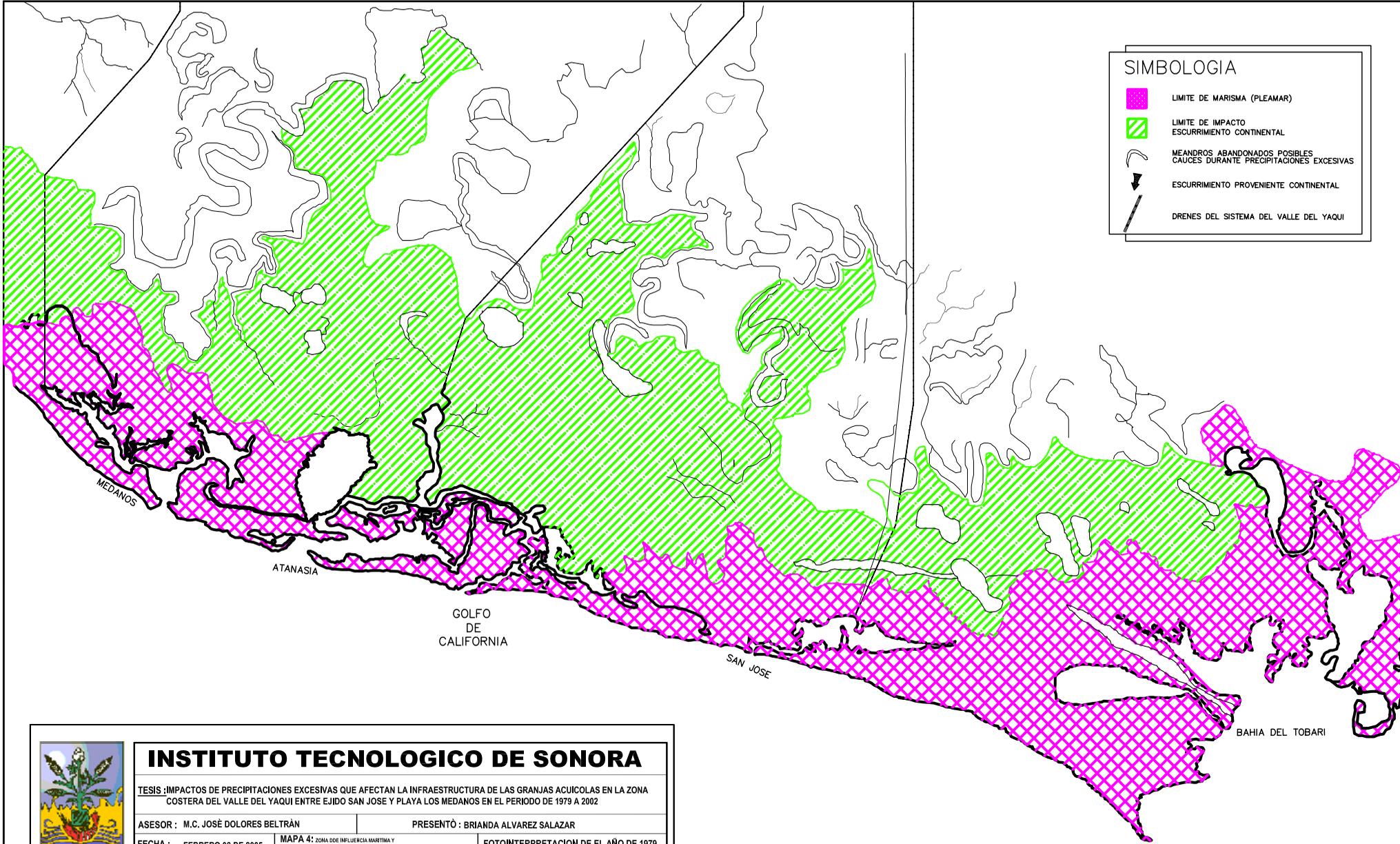
ASESOR : M.C. JOSÉ DOLORES BELTRÁN

PRESENTÓ : BRIANDA ALVAREZ SALAZAR

FECHA : FEBRERO 08 DE 2005

MAPA 1 : CAUCES Y DIRECCION DE FLUJO

FOTOINTERPRETACION DE EL AÑO DE 1979



SIMBOLOGIA

-  LIMITE DE MARISMA (PLEAMAR)
-  LIMITE DE IMPACTO ESCURRIMIENTO CONTINENTAL
-  MEANDROS ABANDONADOS POSIBLES CAUCES DURANTE PRECIPITACIONES EXCESIVAS
-  ESCURRIMIENTO PROVENIENTE CONTINENTAL
-  DRENES DEL SISTEMA DEL VALLE DEL YAQUI

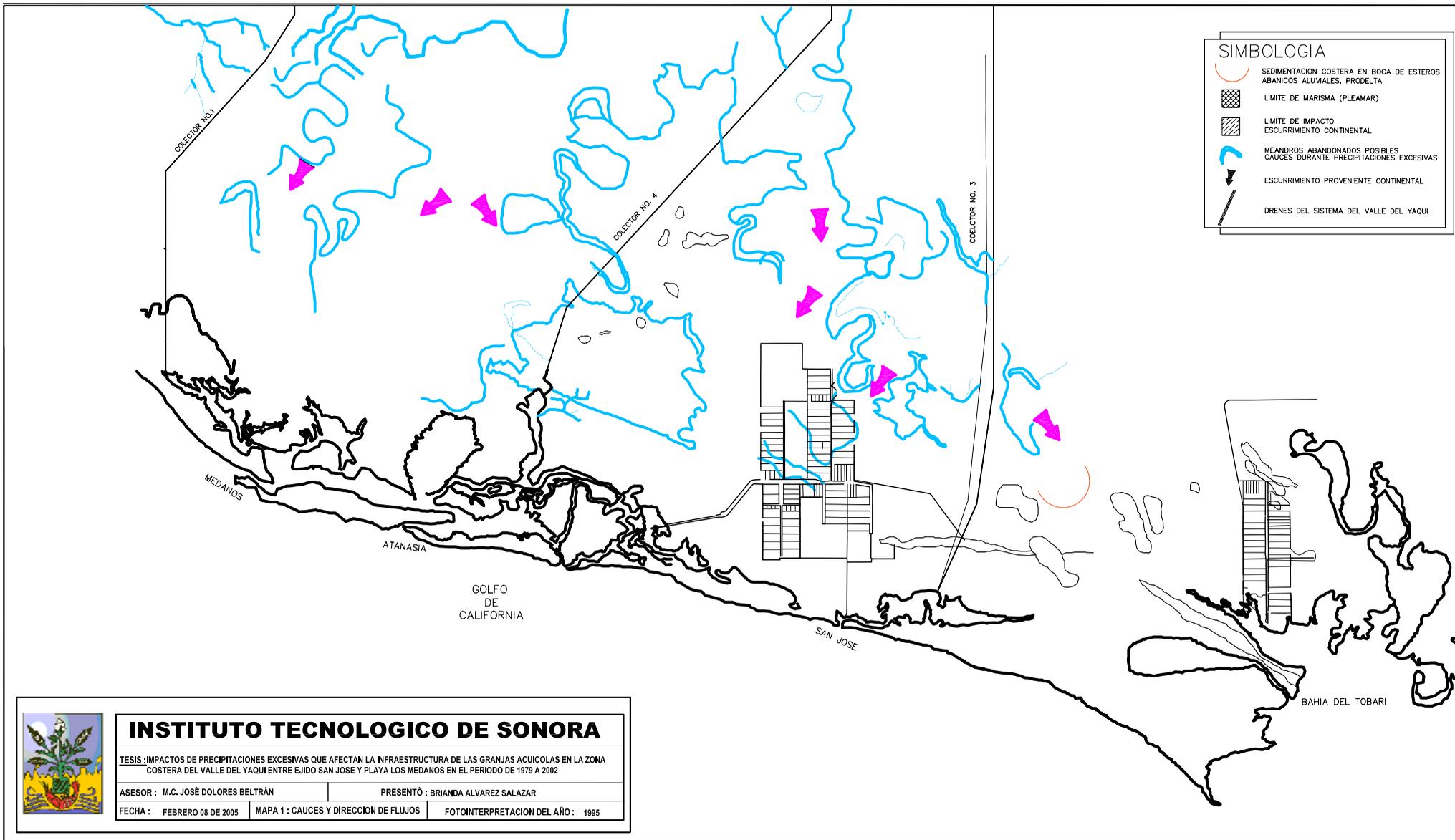


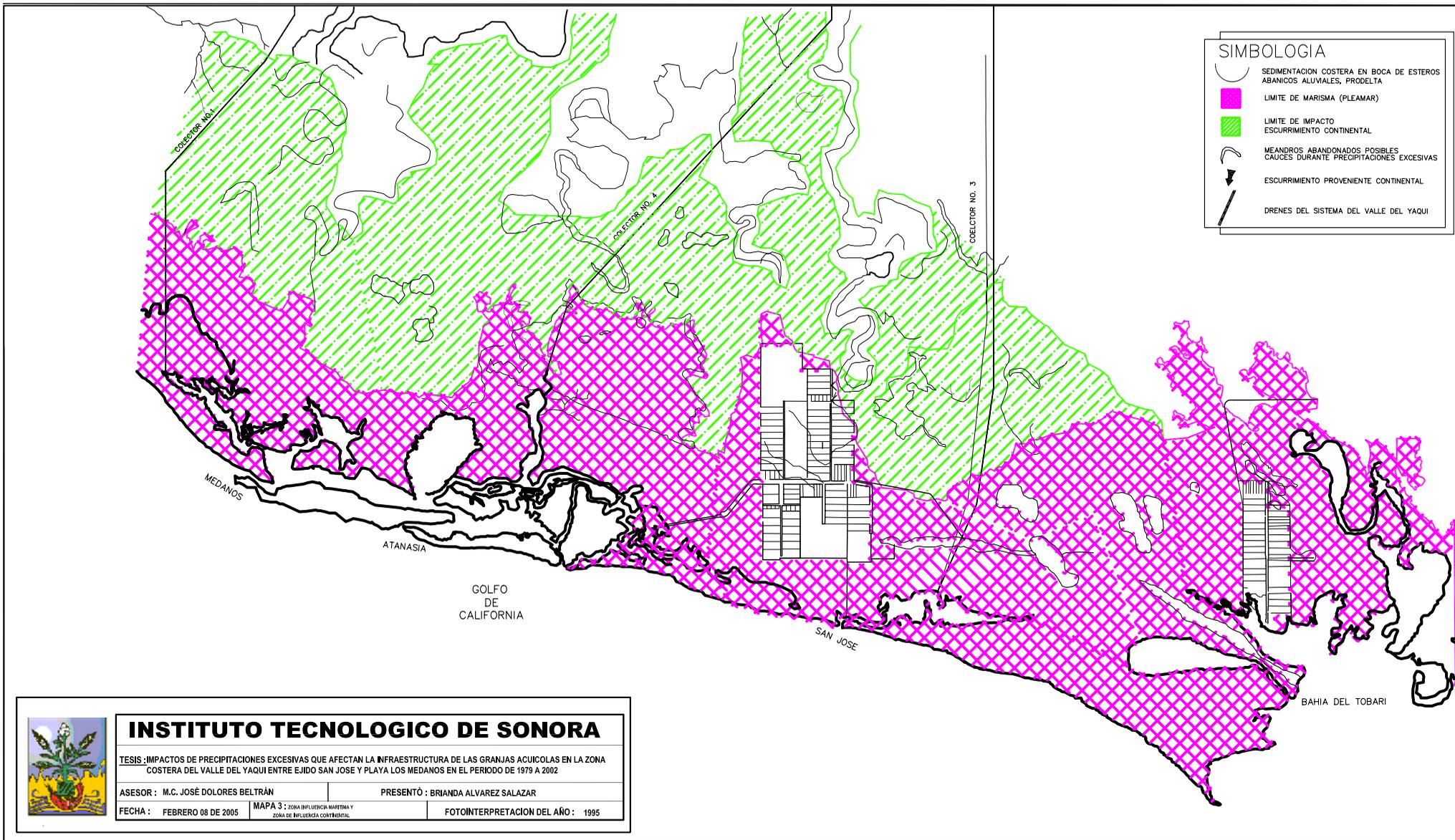
INSTITUTO TECNOLOGICO DE SONORA

TESIS: IMPACTOS DE PRECIPITACIONES EXCESIVAS QUE AFECTAN LA INFRAESTRUCTURA DE LAS GRANJAS ACUICOLAS EN LA ZONA COSTERA DEL VALLE DEL YAQUI ENTRE EJIDO SAN JOSE Y PLAYA LOS MEDANOS EN EL PERIODO DE 1979 A 2002

ASESOR: M.C. JOSÉ DOLORES BELTRÁN PRESENTÓ: BRIANDA ALVAREZ SALAZAR

FECHA: FEBRERO 08 DE 2005 MAPA 4: ZONA DE INFLUENCIA MARITIMA Y ZONA DE INFLUENCIA CONTINENTAL FOTOINTERPRETACION DE EL AÑO DE 1979





VI. CONCLUSION

1. Se estableció que existen dos zonas de influencia: la continental que para el año de 1979 contaba con un área de 81.94 km² y para el año de 1995 con un área de 93.60 km², la cual es provocada por los flujos de los cauces; y la marina la cual para el año 1979 tenía un área de 159.076 km², y para el año 1995' un área de 219.037 km², el aumento se debe a avances de pleamar formando zonas de marismas (Plano de zonas de influencia de los años 1979 y 1995).

2. En el plano obtenido por medio de fotointerpretación se pudieron localizar los cauces y meandros abandonados presentes en esa zona así como la dirección del flujo que éstos tienen, los cuales al llevar un gasto considerable arrastran gran cantidad de sedimentos formando así abanicos aluviales que se localizaron en la zona de influencia continental (plano de cauce de el año 1979 y 1995), además de provocar destrucción de bordos y de estanquería acuícola, ya que los flujos buscan su cauce de salida hacia el mar, obedeciendo a la topografía imperante.
3. Las granjas acuícolas sufren un gran riesgo en la zona donde se encuentran ya que si llegan a presentarse precipitaciones muy excesivas pueden quedar inundadas o destruidas, pues los flujos que conducen los cauces pasan por donde estas se localizan y obedecían el conducto de tipo natural, donde la topografía tiene un nivel muy importante.
4. Las bocas de los esteros han sufrido cambios topográficos debido a las precipitaciones excesivas que se han presentado. Un ejemplo de ello es la del estero La Atanasia, en el cual pudimos observar por medio del plano fotointerpretado que a ésta llega un flujo directo de los cauces provocándole así severos daños como se puede ver en la fotografías No. 1 y 2, las cuales son antes y después de que la tormenta Juliette (2001) pasara por la zona.

Otro cambio topográfico que se presenta es en la zona de influencia continental ya que el arrastre de sedimentos ha provocado una variación en el suelo.