



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GEOGRAFÍA
ÁREA DE CONOCIMIENTO: ORDENAMIENTO TERRITORIAL

ANÁLISIS DE APTITUD TERRITORIAL CON FINES DE EXPANSIÓN URBANA,
EN LA ZONA UBICADA AL NORTE DE LA LOCALIDAD DE SAN FRANCISCO,
BAHÍA DE BANDERAS, NAYARIT.

INFORME PARA TITULACIÓN POR EXPERIENCIA PROFESIONAL
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN GEOGRAFÍA.

PRESENTA:
EVELYN CITLALI ROCHA MIRANDA.

TUTOR PRINCIPAL:
DRA. MARÍA TERESA SÁNCHEZ SALAZAR.
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA ECONÓMICA. INSTITUTO DE GEOGRAFÍA.

MÉXICO, D. F. MAYO DE 2015.



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.

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES.	5
PLANTEAMIENTO.	13
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.	
Antecedentes históricos, teoría y conceptos.	15
Contexto general del proyecto	21
CAPÍTULO 2. DESARROLLO DEL ANÁLISIS.	
Zona de estudio.	25
Conceptos básicos, materiales y procedimiento metodológico.	26
Mapa de pendientes.	32
Mapa de uso de suelo y vegetación (2009).	35
Mapa de hidrología superficial y áreas de protección.	43
Mapa de vigor de la vegetación (2009).	46
Álgebra de mapas.	49
CAPÍTULO 3. RESULTADOS.	
Análisis e interpretación de los resultados de trabajo.	55
CONCLUSIONES.	68
BIBLIOGRAFÍA.	70

INTRODUCCIÓN.

El presente documento es un informe de la práctica profesional realizada en un despacho de consultoría con estructura profesional multidisciplinaria dedicado principalmente a proyectos de arquitectura, arquitectura de paisaje y urbanismo, los cuales se desarrollan tanto para el sector público como para el privado.

Entre los diversos trabajos realizados destaca el que a continuación se presenta, de carácter privado y en el cual se desarrollaron las etapas de análisis y diagnóstico para proponer áreas apropiadas para la expansión urbana en una zona ubicada al norte de San Francisco, Bahía de Banderas, durante el periodo de agosto de 2012 a diciembre de 2013, y posteriormente a esta fecha se realizaron correcciones y actualizaciones a la etapa mencionada.

El trabajo se centra en un análisis de aptitud territorial con fines de expansión urbana, el objetivo de este análisis es encontrar una alternativa de crecimiento urbano en la que se revalore el entorno ambiental, social y cultural, con base en los principios del desarrollo sustentable.

La relevancia del municipio de Bahía de Banderas y especialmente de los asentamientos costeros del Pacífico se basa en la riqueza del paisaje de la costa, el cual resulta un atractivo para los visitantes. Lo anterior se traduce en la existencia de importantes intereses económicos (privados y públicos), que buscan expandir las áreas urbanas con fines turísticos.

El problema prevaleciente en la localidad de San Francisco se caracteriza por el crecimiento de zonas urbanizadas y la consecuente pérdida de las áreas naturales originales. En este marco y desde el ámbito del ordenamiento del territorio a un nivel local, bajo una perspectiva geográfica y ambiental, se describe en el presente trabajo el proceso para determinar las áreas con mayor aptitud para el crecimiento urbano en la zona ubicada al norte de la localidad de San Francisco, evitando el uso inadecuado de áreas naturales susceptibles de ser deterioradas.

En los primeros apartados se exponen brevemente las características y el estado actual de la zona de estudio y su contexto. Se presenta una revisión del conocimiento previo existente en torno a la caracterización ambiental del sitio, así como de los

instrumentos de planeación y el marco teórico-conceptual en que se sustenta el presente trabajo.

Durante el desarrollo central de la investigación se describen los conceptos básicos, los materiales y procedimiento metodológico, centrándose el documento en el proceso de análisis del territorio y la actualización de diversas capas de información que dieron origen a la cartografía de las variables que permitían y/o limitaban los objetivos de expansión urbana.

Posteriormente, se presentan las operaciones de sobreposición de mapas, utilizando para ello los operadores: *AND*, *OR* y *SUMA*, los cuales son herramientas de las técnicas de análisis espacial. Este método aporta una referencia en las posibilidades de aprovechamiento del suelo conforme a la aplicación de operaciones de sobreposición de mapas, usando para ello un sistema de información geográfica y con base en esto se creó un mapa con un gradiente de aptitud territorial.

Los resultados obtenidos se analizaron e interpretaron, permitiendo establecer dos propósitos o futuros patrones de ocupación conforme a la clasificación de áreas establecida en el Reglamento Municipal de Zonificación y Usos del Suelo de Bahía de Banderas, Nayarit:

- Áreas de reserva urbana, las cuales corresponden a los terrenos aptos para el crecimiento del centro de población.
- Áreas naturales, las que por sus características naturales o paisajísticas deberán preservarse para mantener el equilibrio ambiental

Por último, se presentan los comentarios y recomendaciones finales para cada una de las zonas, encaminados a establecer ejes de planeación urbana para una ocupación y utilización sustentable del territorio.

ANTECEDENTES.

El poblado de San Francisco se localiza en el municipio de Bahía de Banderas, en el estado de Nayarit. El municipio cuenta con una extensión territorial de 764.8 km² y se localiza entre las coordenadas 20°40' y 21°00' de latitud norte, y 104°57' y 105°33' de longitud oeste. Colinda al norte con el Océano Pacífico y el municipio de Compostela; al este con el municipio de Compostela y el estado de Jalisco; al sur con el estado de Jalisco y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico (INEGI, 2009).

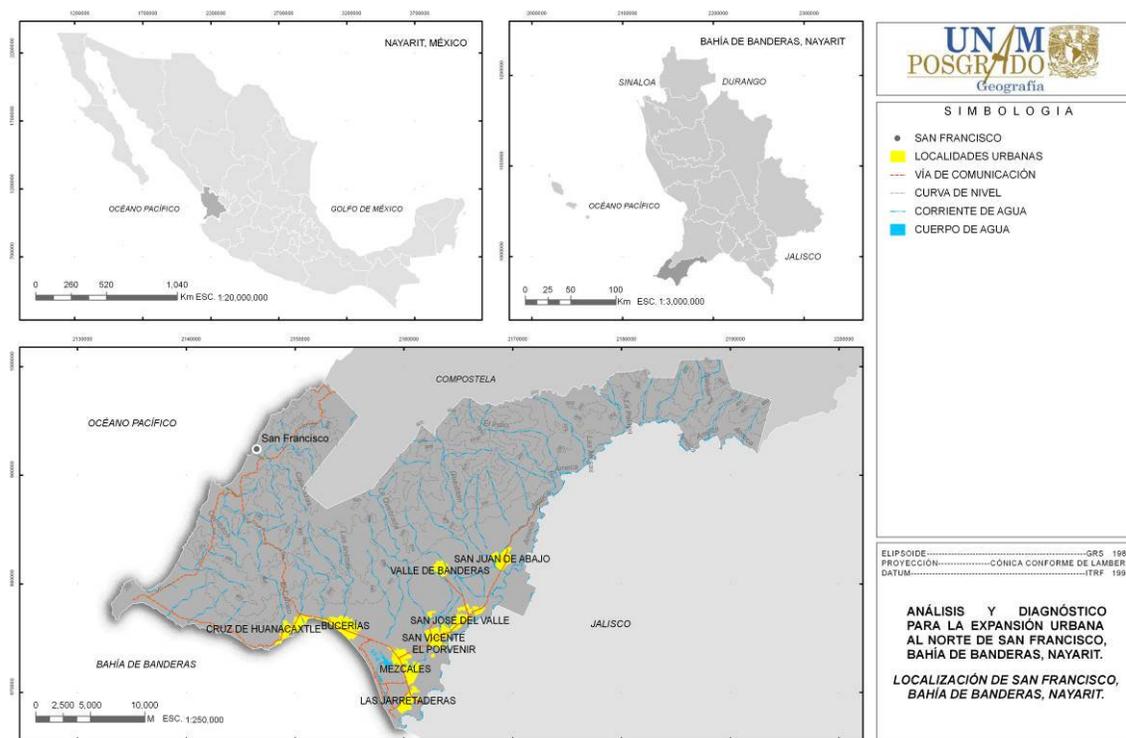


Fig. 1. Mapa de localización del municipio de Bahía de Banderas donde se ubica la zona de estudio.

Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Datos Vectoriales Escala 1:1,000 000. Datos del relieve.

UNIGEO – UNAM. Explorador y visualizador de acervos. Corriente de agua y cuerpos de agua.

El municipio pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y a la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima. Entre los sistemas de topofomas que tienen presencia en el municipio están: Sierra alta compleja, Llanuras costeras con deltas, Lomerío típico, Llanura con lomerío de piso rocoso o cementado, Valle ramificado y Valle ramificado con lomerío (INEGI, 2009). Las elevaciones principales presentes en el

territorio son: la Sierra de Vallejo, con una altitud de 1420 msnm y los cerros Las Canoas (740 msnm), El Cora (720 msnm) y La Bandera (600 msnm).

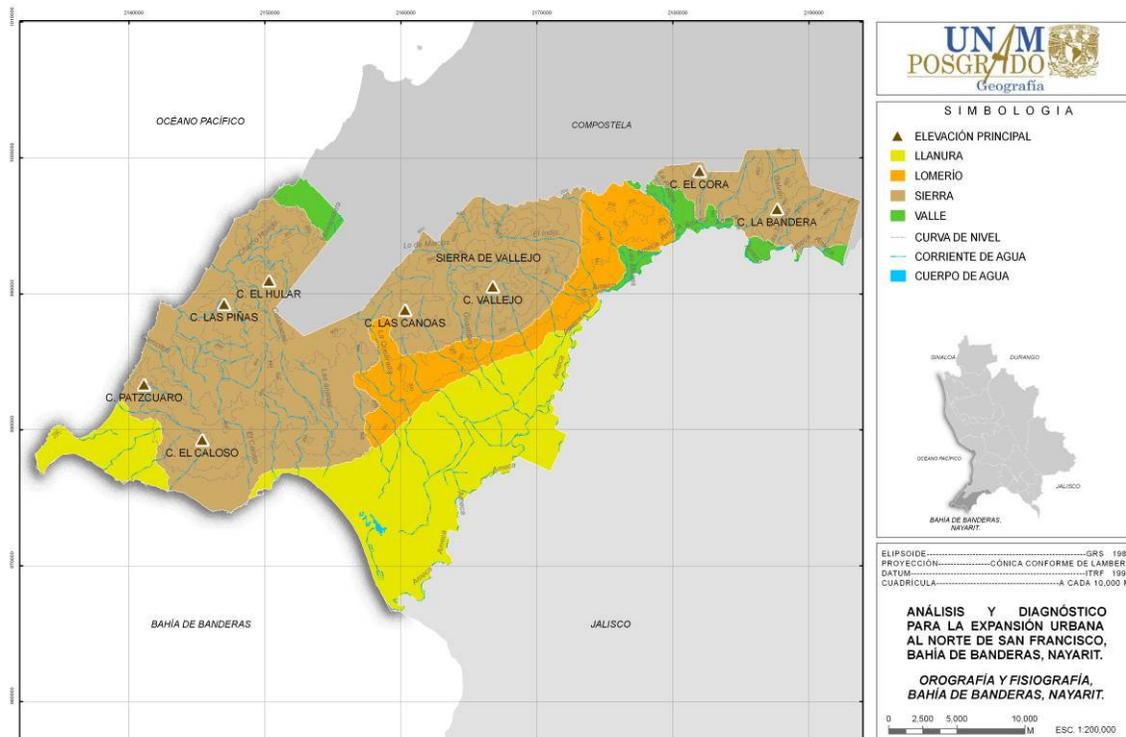


Fig. II. Mapa de rasgos orográficos y fisiografía del municipio de Bahía de Banderas.

Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Datos Vectoriales Escala 1:1,000 000. Fisiografía.

INEGI. Datos Vectoriales Escala 1:1,000 000. Datos del relieve.

INEGI. Mapa Digital de México.

UNIGEO – UNAM. Explorador y visualizador de acervos. Corrientes de agua y cuerpos de agua.

Los climas prevalecientes son: el cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad A(w2) y el cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media A(w1). La temperatura media anual oscila entre los 20-28°C, mientras que el rango de precipitación va de los 1,000 a los 2,000 mm (INEGI, 2009).

El municipio se creó en el año de 1989. Los datos del INEGI (2014) indican que en 1990 la población era de 39,831 habitantes, mientras que para el 2010 su población había aumentado hasta 121,955 habitantes, lo cual indica que la tasa de crecimiento medio anual (TCMA), en esos 20 años fue de 5.75 %, que comparada con la TCMA de Nayarit de 1.34 % y la media nacional de 1.57 % en el mismo periodo de tiempo, presenta un comportamiento por encima del promedio, lo que subraya el hecho de que el municipio está creciendo a un ritmo alto y está concentrando un número importante de habitantes.

El atractivo paisaje de la costa del municipio de Bahía de Banderas le ha proveído de una relevancia turística, atrayendo el interés de sectores públicos y privados que desean expandir las áreas urbanas con fines turísticos-habitacionales.

San Francisco es una de las localidades costeras del municipio que resulta atractiva para diseñar y ejecutar propuestas de desarrollo urbano con fines turísticos. Esta localidad, con una población de 1,823 habitantes según información del último censo realizado en el 2010, se encuentra al norte del municipio de Bahía de Banderas y limita al oeste con el Océano Pacífico.

La principal vía de comunicación es la carretera federal 200 Puerto Vallarta-Tepic, mientras que los poblados más cercanos a la localidad son: Sayulita ubicado al sur, a una distancia aproximada de 8 km y Lo de Marcos, localizada hacia el norte a una distancia aproximada de 12 km. El aeropuerto más cercano se ubica en Puerto Vallarta, Jalisco, aproximadamente a 38 km de distancia.

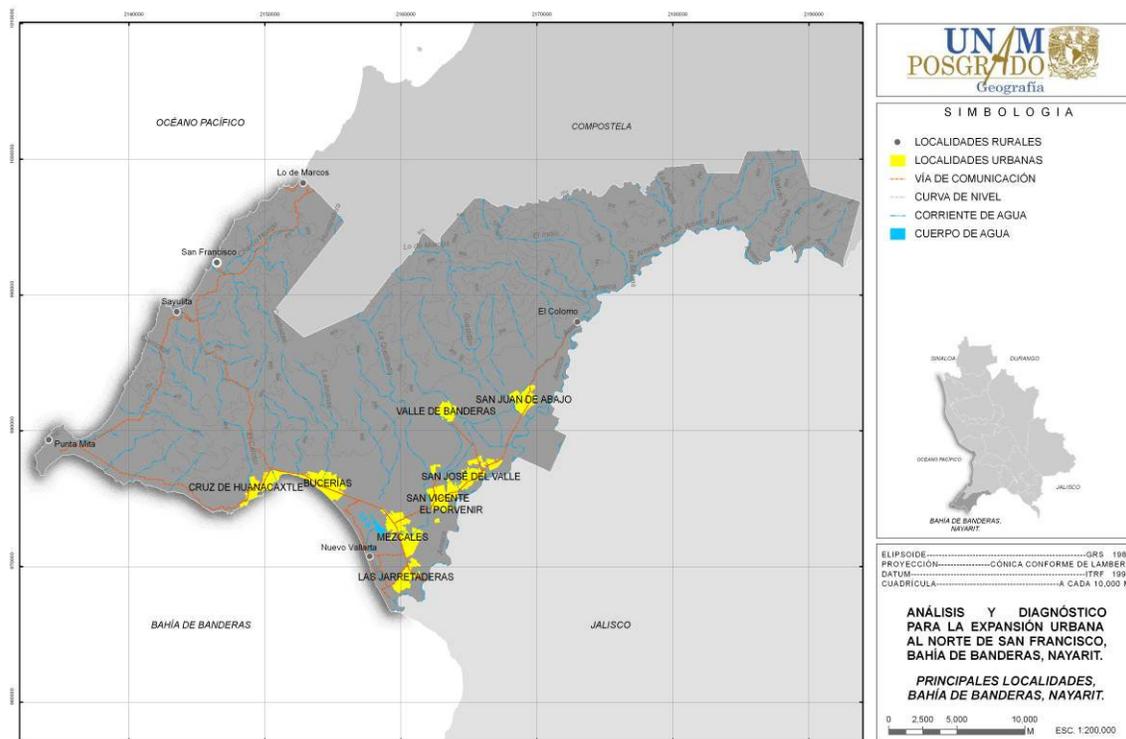


Fig. III. Mapa de las vías de comunicación y poblados cercanos a la zona de estudio, municipio de Bahía de Banderas.

Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Datos Vectoriales Escala 1:1,000 000. Datos del relieve.

UNIGEO – UNAM. Explorador y visualizador de acervos. Corriente de agua y cuerpos de agua.

Entre los antecedentes de planeación que intervienen en el desarrollo urbano del municipio y de la localidad de San Francisco, se encuentran diversos estudios, programas y planes realizados durante la última década del siglo XX los cuales tenían por objetivo fundamentar y elaborar el ordenamiento ecológico del municipio de Bahía de Banderas.

Uno de estos documentos es el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas realizado en 1990 el cual entró en vigor hasta 1993. Posterior a esta fecha se realizó una actualización mediante trabajo de campo y revisión de la información cartográfica y documental existente; es así que la actualización de este instrumento de planeación se decretó el 1 de junio de 2002. La relevancia del documento estriba en la metodología utilizada para la realización del análisis y diagnóstico, los cuales se apoyan en la teoría de sistemas; esta actualización contiene, además, la caracterización del municipio y su zonificación con base en unidades ambientales para su gestión.

Los resultados del análisis y el diagnóstico presentados en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas se concentran en una regionalización ecológica, que comprende la siguiente estructura jerárquica: zona y provincia ecológica, en el nivel general, y sistema terrestre, paisaje y unidad natural en el nivel particular. La caracterización de cada unidad ambiental se presentó en mapas y se sintetizó mediante el empleo de fichas de diagnóstico con el objetivo de servir de instrumentos para concretar políticas ecológicas para el desarrollo de las actividades productivas, el crecimiento urbano y el desarrollo de obras de infraestructura encaminadas a conservar y proteger los ecosistemas, evitando su deterioro (Gobierno Municipal de Bahía de Banderas, 2002).

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas, decretado el 1 de junio de 2002, establece que la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) que caracteriza al poblado de San Francisco es la 20B-10, nombrada igualmente como San Francisco. Esta unidad es un piedemonte de la Sierra de Vallejo, donde la vegetación existente es de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y vegetación secundaria; la vocación que se ha determinado para esta unidad ambiental es para recarga de acuífero y para uso habitacional turístico de baja densidad.

Las zonas aledañas al poblado de San Francisco están contenidas en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 20A-1, nombrada como Sierra de Vallejo y caracterizada por la existencia de sierra alta, en donde se configura la red hidrológica de los arroyos que atraviesan el municipio de Bahía de Banderas. La vegetación existente es de selva

mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia y pastizales; la aptitud del territorio que se ha identificado es para conservación de los recursos forestales, y protección de la flora y la fauna silvestres.

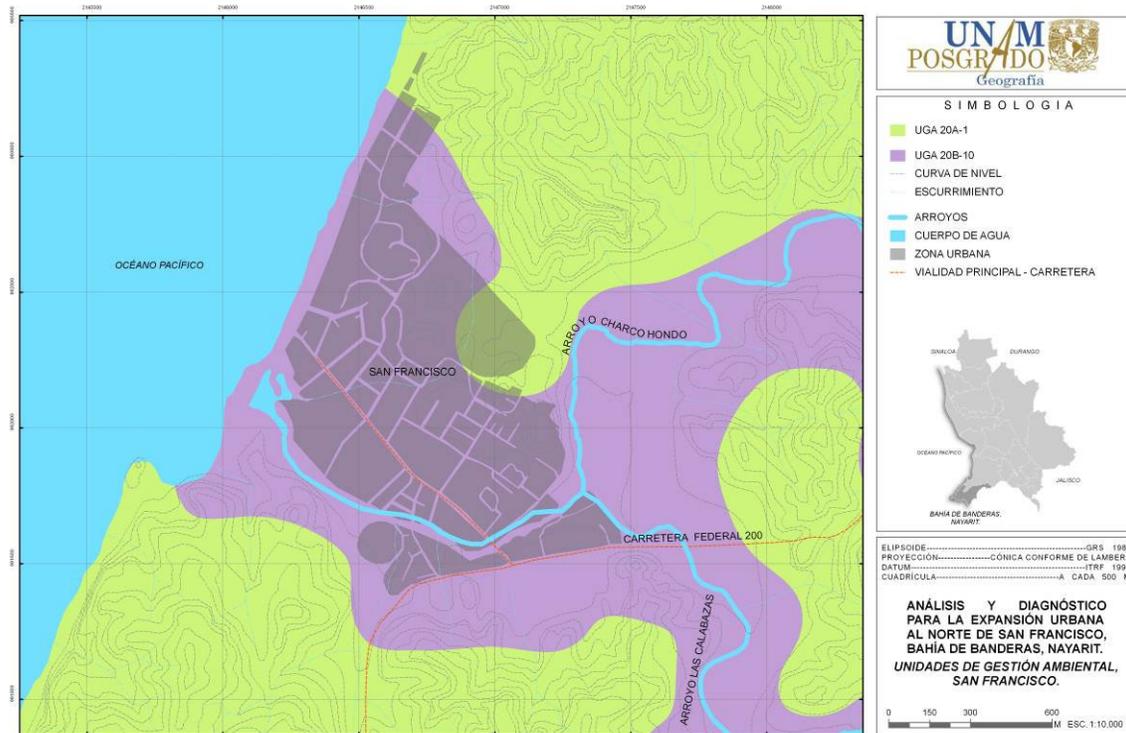


Fig. IV. Mapa de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del área aledaña a la zona de estudio. Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0. INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica F13C58 serie III INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0 INEGI. Mapa Digital de México. INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas, 2002.

Para el poblado de San Francisco se establecen lineamientos de control, los cuales buscan limitar la expansión urbana, buscando satisfacer exclusivamente las necesidades de suelo urbano y servicios generados por la dinámica de su población. Sin embargo, existe una incipiente demanda turística de infraestructura hotelera y hospedaje en general, siendo evidente tanto en la investigación de campo como en la de gabinete que hay una gran oferta de alquiler de residencias a lo largo del año; dicha oferta y demanda ha coadyuvado en la expansión urbana de la localidad.

De forma complementaria al Plan Municipal de Desarrollo Urbano, el 8 de marzo de 2008 se decretaron tres Planes Parciales de Urbanización, los cuales son instrumentos

de planeación, cuya elaboración corresponde a los dueños de predios de propiedad privada o social que tienen por objeto la realización de acciones de urbanización, independientemente de lo señalado en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano.

Las áreas a las que se refieren estos tres Planes Parciales de Urbanización están ubicadas al noroeste y suroeste de la entrada a la localidad de San Francisco y son conocidas como: Bosques de San Pancho, Miramar y La Joya Vistas. El surgimiento de estos Planes Parciales de Urbanización corresponde con la demanda de hospedaje y la oferta de viviendas para alquiler o como segundas residencias.

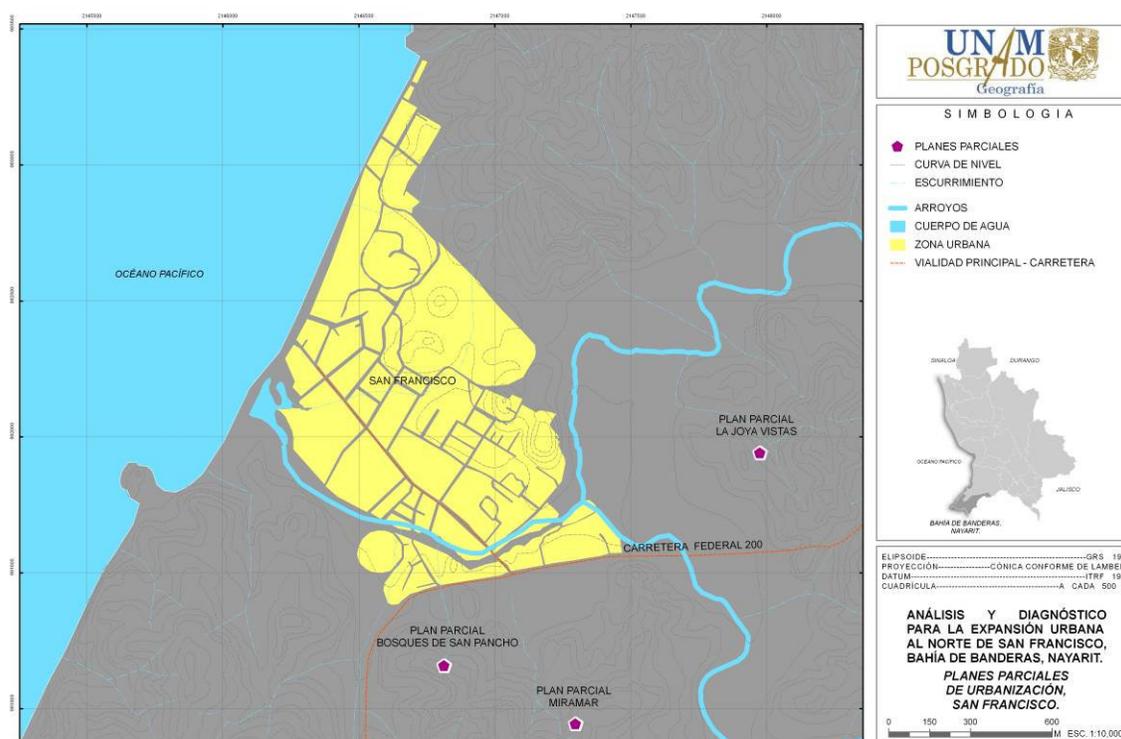


Fig. V. Mapa de ubicación de los Planes Parciales de Urbanización aledaños a la zona de estudio.

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica F13C58 serie III

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Mapa Digital de México.

INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial.

Instituto de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Nayarit.

Sistema Nacional de Trámites – SEMARNAT.

Para entender la relación que cada localidad mantiene al interior y exterior del municipio de Bahía de Banderas, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano establece un sistema de asentamientos conformado por cuatro subsistemas que se presentan a continuación:

- Subsistema de poblados tradicionales del Valle.
- Subsistema de poblados rurales al norte.
- Subsistema de asentamientos costeros en la Bahía de Banderas.
- Subsistema de asentamientos costeros del Pacífico.

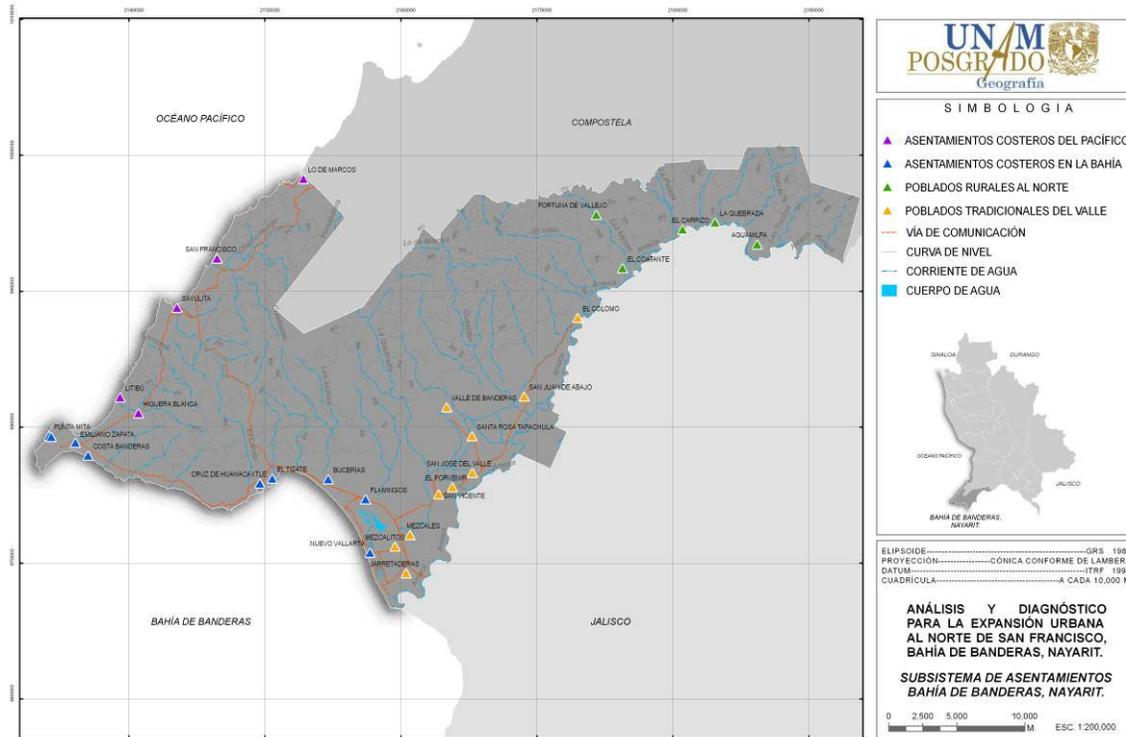


Fig. VI. Mapa de ubicación de los subsistemas de asentamientos del municipio de Bahía de Banderas.

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.
 INEGI. Datos Vectoriales Escala 1:1,000 000. Datos del relieve.
 INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0
 INEGI. Mapa Digital de México.
 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas, 2002.
 UNIGEO – UNAM. Explorador y visualizador de acervos. Corriente de agua y cuerpos de agua.

El subsistema de asentamientos costeros del Pacífico integra al poblado de San Francisco en conjunto con otros pequeños poblados cercanos a la costa los cuales originalmente se dedicaban a actividades pesqueras y agropecuarias, pero que en los últimos años han integrado actividades terciarias, como resultado de los desarrollos turísticos que se han establecido y que se encuentran en proceso de consolidación.

Además de esto, a San Francisco se le considera un centro integrador rural, ya que cuenta con los servicios básicos para la atención de su población, así como con la

infraestructura necesaria para garantizar la interacción social y económica con las pequeñas localidades y asentamientos circundantes.

La ubicación de San Francisco permite que mantenga una relación directa con los poblados aledaños de Sayulita y Lo de Marcos (ver Figura III); siendo el primero de ellos, el más importante al concentrar una población de 2,318 habitantes en 2010, así como una mayor oferta de servicios.

El patrón de ocupación espacial de la costa del Pacífico se caracteriza por el predominio de asentamientos urbano-turísticos. A través de este patrón de asentamientos se va configurando un sistema lineal de ciudades, como resultado de la interconexión que favorece la carretera Puerto Vallarta-Tepic.

En este corredor se desarrollan actividades turísticas, de servicios y comerciales. Asimismo, en esta zona del litoral los recursos naturales y paisajísticos están siendo aprovechados como un atractivo para la inversión en infraestructura hotelera y de recreación turística. Esto acelera el proceso de urbanización con fines habitacional y turístico, lo cual va entrelazado a un dinámico crecimiento demográfico y a una mayor afluencia de turistas (Gobierno Municipal de Bahía de Banderas, 2002).

PLANTEAMIENTO.

La realización de un análisis de aptitud territorial con fines de expansión urbana, que es el objetivo de este estudio, se inscribe en el tema de la planeación del desarrollo urbano turístico-habitacional de Bahía de Banderas, Nayarit, el cual va dirigido a encontrar una alternativa integral de crecimiento urbano en la que se tome en cuenta la revaloración del entorno ambiental, social y cultural con base en los principios del desarrollo sustentable.

Los primeros antecedentes del concepto de desarrollo sustentable se asientan cuando la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD), constituida por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1984, presentó en 1987 el informe Brundtland a dicha asamblea, en el cual se resalta la necesidad de lograr un desarrollo en un marco de equilibrio social y natural.

Esta necesidad de equilibrio en el desarrollo resulta de especial interés en el ámbito del turismo, implicando que en el año de 1991, durante el 41 Congreso de la *International Association of Scientific Experts in Tourism (AIEST)*, se definiera por primera vez el concepto de turismo sostenible como:

“un turismo que mantiene un equilibrio entre los intereses sociales, económicos y ecológicos, integrando las actividades económicas y recreativas con el objeto de buscar la conservación de los valores naturales y culturales” (AIEST, 1991:46 citado en Cardoso, 2006).

En 1998 la Organización Mundial de Turismo plantea un nuevo concepto que define al turismo sostenible como:

“un modelo de desarrollo económico concebido para mejorar la calidad de vida de la comunidad receptora. Para facilitar al visitante una experiencia de alta calidad y mantener la calidad del medio ambiente, del que tanto la comunidad anfitriona como los visitantes dependen” (OMT, 1998:260 citado en Cardoso, 2006).

Este concepto parte de la idea del turismo como actividad económica y el turismo como producto, lo que implica que los elementos que construyen esta idea de turismo sostenible se integren en un sistema conformado por el medio natural, los empresarios, el gobierno, los turistas y la población receptora, es decir, articula los elementos del entorno físico-geográfico con los cuatro actores sociales con intereses y poder de decisión en el uso, ocupación y gestión del territorio.

De los elementos clave que sirven como base para el desarrollo del turismo sostenible es de especial interés en el presente trabajo el medio biofísico. Como se mencionó, los recursos naturales y paisajísticos son un atractivo para las actividades turísticas, y esta situación vulnera al sistema natural frente al proceso de urbanización. La inversión de capitales públicos y privados incrementa la existencia de infraestructura y servicios turísticos, lo que podría modificar el medio biofísico al punto que su transformación pueda ser definitiva.

Esta circunstancia ha repercutido en la continuidad del problema ambiental, que desde hace años se identificó en San Francisco a través de la caracterización realizada en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de 2002 en ese entonces se identificó el crecimiento de asentamientos en zonas de altas pendientes, desmontes con fines de urbanización, aumento en el riesgo de incendios forestales, tala de forma aislada y caza y comercio ilegal de fauna silvestre.

El presente trabajo se enfoca en el problema puntual de la urbanización, para lo cual se consideró determinar áreas aptas para la expansión urbana con fines turísticos-habitacionales, mediante un análisis de aptitud territorial con base en un procedimiento que permite seleccionar alternativas de uso para un territorio conforme a sus características biofísicas.

Los resultados derivados de la caracterización ambiental y del diagnóstico de los componentes físico-geográficos más representativos, se consideran el punto de partida para establecer ejes de planeación urbana para la ocupación y el uso ordenado del suelo por la población y sus actividades económicas.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.

Antecedentes históricos, teoría y conceptos.

El ordenamiento del territorio es un proceso y un instrumento de la planeación territorial. En el caso de México la historia de la planeación encuentra su primer antecedente jurídico en la *Ley sobre Planeación General de la República* publicada en 1930 en el *Diario Oficial de la Federación (D.O.F.)* (Palacio y Sánchez, 2004). En años posteriores surgirían diversas políticas, acciones e instrumentos de planeación como los planes sexenales y el desarrollo regional por cuencas hidrológicas, entre otros.

En materia de ordenamiento territorial actualmente existe una división conceptual y legal, ya que se reconocen dos tipos de ordenamiento: el ecológico y el territorial. Cada uno de estos conceptos parece estar inmerso en un enfoque parcial y no abarca la totalidad de los componentes del territorio y de su dinámica vistos desde una perspectiva integral. Mientras que el ordenamiento territorial tiende a ocuparse principalmente del desarrollo socioeconómico y de los asentamientos humanos, el ordenamiento ecológico, por otra parte, hace del medio biofísico y de su aptitud natural su principal tema de estudio con la finalidad de ordenar los usos del suelo.

La *Ley General de Asentamientos Humanos* promulgada en 1976 introduce por primera vez el concepto de ordenamiento territorial enfocado, en este caso, en los asentamientos humanos bajo el siguiente concepto (*D.O.F.*, 26 de mayo de 1976, citado por Palacio y Sánchez, 2004):

“[...el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos es el] proceso de distribución equilibrada y sustentable de la población y de las actividades económicas en el territorio nacional, tendiente a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural”.

En el año de 1982 se promulgaría la *Ley Federal de Protección al Ambiente* y en ella se establecería el concepto de ordenamiento ecológico, el cual se retomaría en la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)* de 1988. Ésta se constituiría en el principal sustento legal en materia ambiental del ordenamiento ecológico y que lo definiría como:

...el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente (SEDUE, 1988).

En 1996, como parte de las iniciativas de reforma a la LGEEPA, se integraron a sus instrumentos de política ambiental cuatro tipos de programas: general, regionales, locales y marinos. Asimismo, el concepto conocido hasta ese entonces de ordenamiento ecológico, se actualizó definiéndolo como:

...el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. (SEMARNAT, 1996).

En materia de ordenamiento territorial a nivel estatal, el principal sustento legal es la Ley de Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano para el Estado de Nayarit (LAHDUEN) en ésta se establece un sistema de planeación sustentado en la regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población a través de diversos planes y programas:

- I. Plan Estatal de Desarrollo Urbano;
- II. Planes Municipales de Desarrollo Urbano;
- III. Planes de Ordenación de Zonas Conurbadas;
- IV. Planes de Desarrollo Urbano de los Centros de Población;
- V. Planes Parciales de Desarrollo Urbano;
- VI. Planes Parciales de Urbanización;
- VII. Planes Regionales de Ordenamiento Territorial; y
- VIII. Programas Sectoriales de Desarrollo Urbano.

Resultan de especial interés los Planes Parciales de Urbanización, los cuales son instrumentos de planeación cuya elaboración corresponde a los dueños de predios de propiedad privada o social que tienen por objeto la realización de acciones de urbanización.

Estas acciones de planeación que fueron trasladadas a los particulares, surgen de las modificaciones realizadas a la Ley de Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano de Nayarit en septiembre de 2007; posibilitando los cambios y definición de los usos de suelos, a pesar de lo establecido en los planes o programas vigentes (Del Castillo, 2008).

La elaboración de un Plan Parcial de Urbanización es obligatoria en aquellos casos donde se plantea el cambio de uso de suelo, mediante obras de urbanización, incluso en aquellos sitios que se encuentran fuera de los centros de población y que se considerarían del ámbito del Ordenamiento Ecológico del Territorio. Asimismo, se requiere de su elaboración para la determinación de áreas de restricción por paso de redes de infraestructura y para la designación de obligaciones de los propietarios de los predios, orientadas hacia acciones de conservación, mejoramiento y crecimiento.

En lo relativo al Ordenamiento Ecológico, éste se sustenta en la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Nayarit (LEEEPAEN), en la cual se establecen cuatro tipos de programas correspondientes a los instrumentos de política ambiental tendientes a proteger, preservar y aprovechar de forma sustentable los recursos naturales:

- I. Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal.
- II. Programas de Ordenamiento Ecológico Regional.
- III. Programas de Ordenamiento Ecológico Municipales.
- IV. Programas de Ordenamiento Ecológico Local.

Esta última ley establece que en la planeación de los asentamientos humanos deberá existir una congruencia con los lineamientos y estrategias contenidos en los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio Estatal.

Sin embargo, no existe hasta el momento un ordenamiento ecológico a nivel estatal que permita regular así como proteger los recursos naturales del territorio de Nayarit, lo que ha implicado que este papel lo asuma el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y a nivel local el Plan Municipal de Desarrollo Urbano.

El proceso de ordenamiento ecológico del territorio parte de un enfoque sistémico, en el que se analiza al territorio de forma integral. El objetivo es reconocer al territorio mismo como un gran sistema complejo abierto a las dinámicas sociales, económicas y naturales que inciden en su estado (SEMARNAP, 2000).

Un sistema puede ser definido como un conjunto de partes interactuantes (Bertalanffy, 1989). Los sistemas complejos consideran en su funcionalidad componentes o subsistemas con características diversas, integrados a su vez por distintos elementos, en los cuales confluyen procesos e interrelaciones que proporcionan una estructura, una organización y una dinámica a todo el sistema (García, 1994).

Existen tres etapas clave en el proceso de ordenamiento del territorio: la etapa de conocimiento, en donde se realiza el análisis y diagnóstico del mismo; la etapa de planeación, la cual considera los resultados de la fase anterior para formular el modelo territorial y finalmente la etapa de implementación del plan.

El desarrollo de la etapa de conocimiento de ordenamiento territorial local está constituido por dos importantes fases:

- Caracterización y análisis sectorial.

La etapa de caracterización y análisis es el primer paso para comprender lo que ocurre en el territorio, las interacciones que suceden al interior del sistema, a partir de los elementos que lo integran. El análisis del objeto de estudio debe ser orientado de tal forma, que se puedan conocer los elementos más significativos, aquellos cuya influencia sea más relevante.

En esta etapa, se pueden distinguir dos grandes subsistemas o subsistemas mayores: el natural y el socioeconómico. El primero de ellos, se enfoca en aquellos componentes propios del medio natural; el segundo está dirigido a presentar la estructura antrópica, considerando para ello los aspectos socioeconómicos que ejercen una influencia sobre el territorio (Bovet y Ribas, 1992).

Entre los componentes del subsistema natural que permiten una referencia dentro del territorio se encuentran la geología, la geomorfología y el clima, que son elementos relativamente estables a lo largo del tiempo y describen, de forma general, la estructura del territorio; mientras que los elementos menos estables como hidrología, edafología, la vegetación y el uso de suelo permiten reconocer la organización espacial del territorio.

Los subsistemas social y económico pueden ser estudiados como un solo subsistema que se interrelaciona a su interior. Su estudio parte del análisis cuantitativo de la población como recurso y sujeto territorial, determinando la tasa de crecimiento y densidad de la población; su estructura por edad y sexo; la población económicamente activa y su distribución por sector de actividad; el nivel de urbanización de un territorio a partir del tamaño de sus localidades; entre otros.

- Diagnóstico sectorial e integrado.

La etapa del diagnóstico tiene como su objetivo fundamental la evaluación, a partir de los datos obtenidos en la etapa anterior: se categoriza la información sectorial recabada para encontrar los vínculos que relacionan los subsistemas natural y socioeconómico. Lo anterior se realiza mediante dos principales técnicas: diagnosis descriptivas y diagnosis de potencialidad.

La primera de estas técnicas consiste, como su nombre lo indica, en describir las características del territorio realizando la valoración de su estado a partir de la diferenciación de unidades homogéneas. La diagnosis de potencialidad está orientada a definir cuál es la capacidad y potencial del territorio para aceptar determinadas acciones o intervenciones antrópicas. En este caso también se puede partir de unidades homogéneas que se evalúan y categorizan según el potencial para desarrollar en ellas actividades socioeconómicas (Bovet y Ribas, 1992).

Cabe señalar que el análisis y diagnóstico del territorio, considerando los dos subsistemas mayores –el natural y el socioeconómico- no está condicionado al uso de métodos y técnicas específicas para su comprensión. Existen diversas disciplinas que permiten revelar las características de cada componente de los dos subsistemas, dándole mayor soporte y estructura a los estudios del territorio como un sistema complejo. Es necesario el trabajo bajo un enfoque interdisciplinario y la integración de conocimientos para llevar a cabo un completo análisis y diagnóstico (Ribas, 1992).

La caracterización y análisis sectorial en el presente trabajo están orientados a la evaluación de los elementos biofísicos que representan un potencial o limitación frente a la realización de actividades antrópicas, concretamente el uso urbano del suelo.

A partir de la caracterización del territorio se pueden determinar los problemas que prevalecen en la estructura del sistema o subsistema y los impactos a los que ha sido sometido. Esta información puede ser contrastada con la correspondiente al uso potencial del suelo con la finalidad de identificar cuáles son los espacios afectados por un desequilibrio en su aprovechamiento (Ribas, 1992).

El Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico (SEMARNAT, 2014) define al análisis de aptitud como:

...[el] procedimiento que involucra la selección de alternativas de uso del territorio, entre las que se incluyen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y los servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, a partir de los atributos ambientales en el área de estudio.

El diagnóstico de potencialidad o análisis de aptitud utiliza métodos orientados a determinar la capacidad del territorio como soporte de actividades antrópicas y los posibles riesgos de estas actividades sobre la estructura del territorio (Ribas, 1992).

Entre los métodos más conocidos se encuentra el utilizado por Ian L. McHarg, el cual se basa en la utilización de capas de información que posteriormente son sobrepuestas. Cada una de estas capas contiene información sectorial representada cartográficamente mediante entramados o degradados de color según sea el valor designado. El resultado es un mapa síntesis en donde las zonas con el tono más claro son las de mayor potencial para la actividad de interés.

Un método similar al anterior es el álgebra de mapas, el cual es una técnica de análisis espacial en donde se incluye un amplio conjunto de operaciones (aritméticas, relacionales, condicionales, lógicas, etc.), las cuales tienen la posibilidad de ser realizadas en un sistema de información geográfica, las operaciones deseadas se ejecutan sobre una o varias capas *raster* o vectoriales de entrada para producir una o varias capas *raster* o vectoriales de salida (Alonso, 2006).

Los operadores utilizados en el presente trabajo corresponden a los llamados operadores locales, los cuales generan una nueva capa de información a partir de una o varias capas existentes, de las que se obtiene un valor. Así, las celdas de información son resultado de una operación pixel a pixel.

El álgebra de mapas es una técnica de sobreposición en donde se considera que para la obtención de un resultado acorde a los requerimientos establecidos es necesario establecer criterios y valores de aptitud a las capas de entrada. A partir de ello será necesario combinar los resultados de aptitud de cada uno de los requerimientos, una vez obtenida esta información, se podrá conocer el resultado final que cumplirá con los requerimientos establecidos.

Si queremos delimitar áreas que reúnan todas las condiciones, se deberán combinar todos los mapas creados con el operador *AND*, La sobreposición de mapas con este operador utiliza un modelo de lógica booleana en el cual se integran los valores de aptitud mediante la intersección de cada una de las capas de información.

El operador *OR*, también parte de un modelo de lógica booleana, el cual define una nueva entidad a partir de la unión de las capas de información, el resultado representa el conjunto de todos los valores de aptitud de las capas de entrada y define además qué áreas no logran cumplir con ninguna de las condicionantes de aptitud.

El operador *SUMA* parte de una operación aritmética que permite obtener un resultado en un gradiente de aptitud, los valores conseguidos representan una asociación que va integrando elementos en cada una de las clases resultantes, estos elementos reflejan la aptitud del territorio, partiendo de “no apto” hasta “apto” en una serie de valores.

El objetivo de un análisis de aptitud es establecer las opciones más viables de aprovechamiento del territorio conforme a las características naturales del sitio. Sin embargo, el desarrollo de nuevas actividades económicas conforme a un escenario ambicionado por los principales actores (habitantes, sector privado y sector público) puede vulnerar los usos y actividades de conservación y protección de los recursos naturales. Lo que plantea una disyuntiva recurrente en los análisis de aptitud: el sacrificio de recursos naturales en la búsqueda de una mejor calidad de vida para la sociedad, lo que conlleva beneficios económicos y sociales tanto para la comunidad como para la inversión privada y pública (DGE-Municipio de Benito Juárez, 2014).

Contexto general del proyecto.

La línea de costa de los municipios de Bahía de Banderas, Compostela y San Blas conforma la Riviera Nayarit, la cual se ha buscado posicionar desde hace varios años como el principal destino turístico en el Pacífico mexicano. Esto ha repercutido en la

situación actual de San Francisco, ya que al ser una zona con potencial turístico proveniente de los recursos naturales y los paisajes que lo caracterizan, se han impulsado por parte del sector privado diversas opciones de desarrollos inmobiliarios. De igual forma se ha dado continuidad a los problemas ambientales que en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de 2002 se habían identificado: crecimiento de asentamientos en zonas de altas pendientes, desmontes con fines de urbanización, aumento en el riesgo de incendios forestales, tala de forma aislada, caza y comercio ilegal de fauna silvestre.

En una revisión vía internet de los últimos desarrollos inmobiliarios impulsados en la localidad costera de San Francisco es posible encontrar hasta cinco propuestas de proyectos residenciales, algunos de ellos ubicados en zonas que se consideran no urbanizables conforme al Plan Municipal de Desarrollo Urbano. Estas cinco propuestas de desarrollos inmobiliarios son las siguientes:

- Planes Parciales de Urbanización: Bosques de San Pancho, Miramar y La Joya Vistas; decretados con fecha del 8 de marzo de 2008 (ITAI, 2014).
- Complejo turístico “Desarrollo Cultural y Residencial San Pancho”, del cual se pudo consultar la manifestación de impacto ambiental, con fecha de presentación el día 16 de enero de 2008 (SINAT – SEMARNAT, 2014a).
- Proyecto “Condominio San Pancho”, del que también se pudo consultar la manifestación de impacto ambiental, con fecha del 18 de octubre del 2011 (SINAT – SEMARNAT, 2014b).

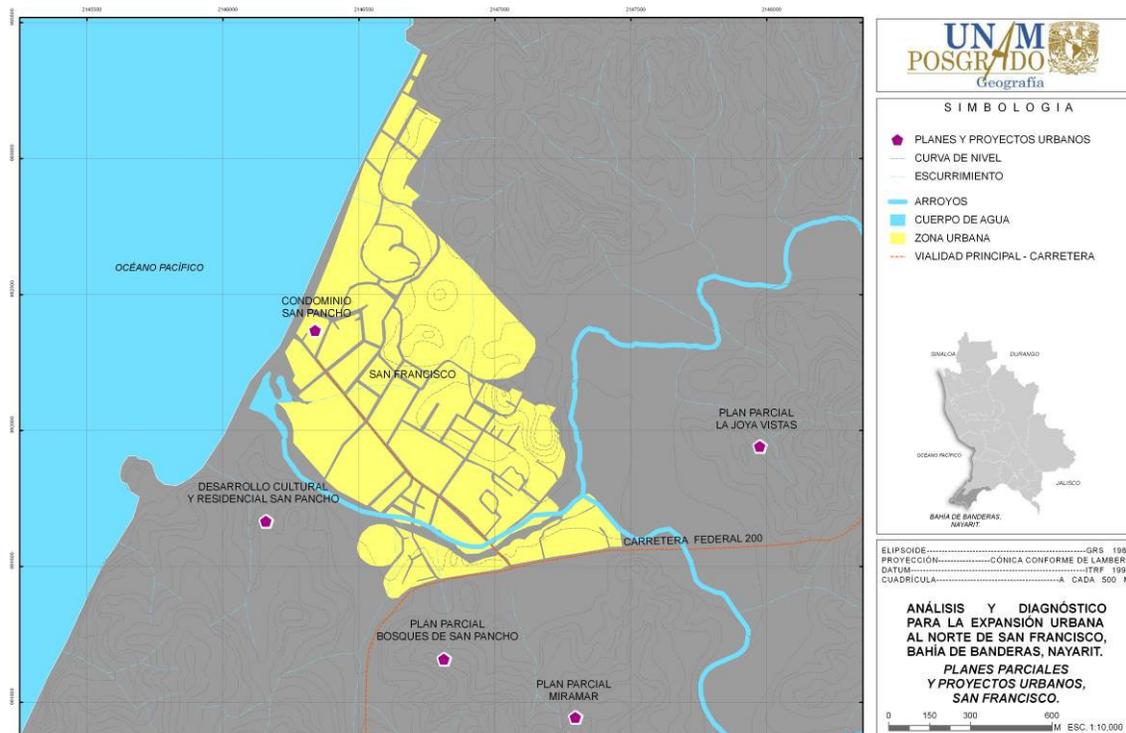


Fig. 1.1 Mapa de ubicación de los Planes Parciales de Urbanización y Proyectos Urbanos aledaños a la zona de estudio.

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.
 INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica F13C58 serie III
 INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0
 INEGI. Mapa Digital de México.
 INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial.
 Instituto de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Nayarit.
 Sistema Nacional de Trámites – SEMARNAT.

Los Planes de Urbanización citados se localizan de acuerdo con lo que señala la actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas del 2002, en unidades ambientales que fueron caracterizadas conforme al análisis y diagnóstico como “aptas para la conservación de la biodiversidad”, lo que implica que no son zonas adecuadas para la urbanización.

Sin embargo, el mismo Plan Municipal de Desarrollo Urbano especifica que la zonificación primaria y secundaria para la localidad de San Francisco es de tipo turístico de baja densidad, y las zonas aledañas se clasifican como áreas naturales. Lo que implica contradicciones en la implementación de un plan de ordenamiento local, ya que se establece un aprovechamiento de tipo urbano que se contrapone con la caracterización físico-ambiental del sitio.

El presente trabajo plantea la realización de un análisis de aptitud del territorio que permita definir las zonas aptas para la expansión urbana futura con fines habitacionales y turísticos, con especial interés en las áreas ubicadas al norte de la localidad costera de San Francisco, por ser estos espacios donde se presenta el mayor crecimiento del poblado.

El proceso metodológico contempla la identificación de posibles conflictos ambientales y se definen las características que deberán cumplir las zonas urbanizables y no urbanizables con base en las principales actividades socioeconómicas que se desarrollan en el municipio de Bahía de Banderas.

A partir de la revisión de los problemas del sitio se estableció como objetivo general reconocer las potencialidades del terreno como punto de partida para el ordenamiento del territorio y sus actividades en diferentes escalas. Asimismo, se determinaron los criterios que conformarían los objetivos particulares del análisis de aptitud para la expansión urbana:

- Identificar las zonas de mayor expansión urbana para delimitar con mayor precisión los espacios naturales degradados.
- Identificar aquellos terrenos con problemas de inestabilidad o de mucha pendiente, para evitar posibles riesgos.
- Delimitar los espacios naturales de mayor relevancia y especial interés para su protección por sus características intrínsecas y extrínsecas, a fin de establecer áreas aptas para su conservación.
- Establecer áreas aptas para la localización de desarrollos habitacionales y turísticos.
- Realizar una valoración paisajística del territorio, buscando sus potencialidades para la localización de nuevos usos armónicos con el entorno físico-geográfico que puedan actuar como regeneradores del espacio circundante.

El establecimiento de estos criterios permitió definir las posibilidades de expansión urbana, en congruencia con las características ambientales del sitio y con la densidad de ocupación del territorio señalada en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano.

CAPÍTULO 2. DESARROLLO DEL ANÁLISIS.

Zona de estudio.

El poblado de San Francisco se localiza al norte del municipio de Bahía de Banderas, en el estado de Nayarit; entre los poblados de Sayulita, ubicado al sur, y Lo de Marcos, localizado al norte; mientras que hacia el oeste se encuentra limitado por el Océano Pacífico. La principal vía de comunicación es la carretera federal 200 Puerto Vallarta-Tepic. La zona de estudio está ubicada hacia el norte-noreste-este del poblado de San Francisco, se encuentra contenida hacia el sur por el límite del Arroyo Charco Hondo, mientras que hacia el sur y el este por la carretera 200 Tepic-Puerto Vallarta, sus coordenadas extremas son 20°53'40" y 20°55'09" de latitud norte y 105°25'06" y 105°23'20" de longitud oeste.

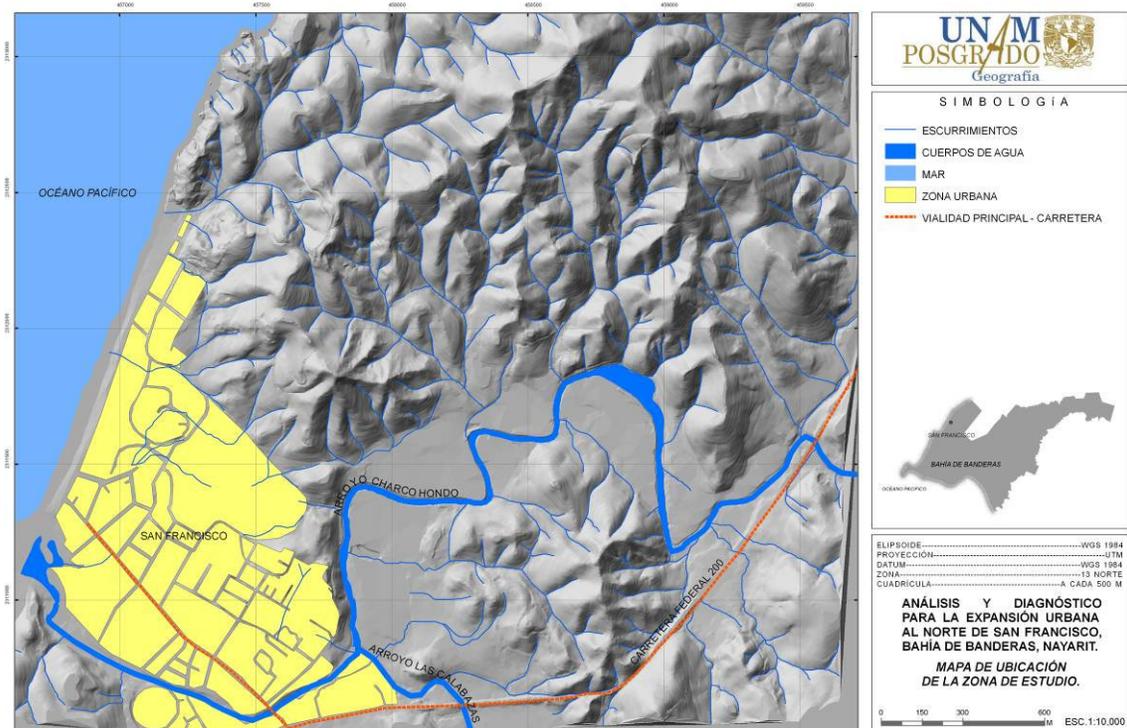


Fig. 2.1 Mapa de ubicación de la zona de estudio.

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica F13C58 serie III

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Mapa Digital de México.

INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial.

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

Conforme a la caracterización realizada en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano del 2002, el poblado de San Francisco se ubica en un piedemonte rodeado por formaciones de sierra alta de la Sierra de Vallejo. La vegetación existente es de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria, manglar y pastizales. El clima prevaleciente es el cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad, A(w2). Entre los principales escurrimientos y cuerpos de agua se encuentran: el Arroyo Charco Hondo, el Arroyo Las Calabazas y el estero.

Las zonas más cercanas al poblado están consideradas para el uso turístico de baja densidad. Las áreas que rodean al poblado se consideraron aptas para la recarga del acuífero, así como para la conservación de los recursos forestales y protección de la flora y la fauna silvestres (Gobierno Municipal de Bahía de Banderas, 2002).

Conceptos básicos, materiales y procedimiento metodológico.

La realización de análisis del territorio a nivel local requiere de bases de datos, así como información geográfica y cartográfica actualizada en las resoluciones temporales y espaciales adecuadas para alcanzar los objetivos planteados dentro de la planeación.

Previo al proceso de análisis de aptitud se realizó una revisión cartográfica y bibliográfica de todos aquellos documentos que hacían referencia a la zona de estudio y se depuraron con la finalidad de extraer solo información relevante. Esto incluyó insumos tales como artículos, manuales, informes, así como diversas fuentes de cartografía temática en formato *raster* y vectorial.

Durante la revisión bibliográfica se puso especial interés en documentos relacionados con la planeación urbana. Uno de los principales documentos a nivel local es el Plan Municipal de Desarrollo Urbano en éste se define una zonificación conforme a los usos del suelo y su aprovechamiento los cuales están regulados por el Reglamento Municipal de Zonificación y Usos del Suelo del Municipio de Bahía de Banderas. En tanto que a nivel estatal el Programa Estatal de Suelo y Reservas Territoriales de Nayarit establece las áreas aptas para el desarrollo urbano y las características que deberán cumplir, lo que resultó de especial interés para el análisis de aptitud.

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano define diversos conceptos en materia urbana que resultan de gran utilidad para el presente trabajo. Entre éstos se describe a las Áreas Urbanizadas como:

...el territorio ocupado actualmente en forma predominante por actividades urbanas entendiéndose por tales las de habitación, comercio, industria, servicios y turismo.

El documento refiere además que la definición de las Áreas de Reserva Urbana es la siguiente:

...son las áreas para la localización futura de actividades urbanas.

De la misma forma, las Áreas Naturales, se definen como:

...las áreas que por su capacidad agrológica o por sus características naturales o paisajísticas deberán preservarse para mantener el equilibrio ambiental y que por lo tanto deberá evitarse la urbanización.

El Reglamento Municipal de Zonificación y Usos del Suelo de Bahía de Banderas, Nayarit (Gobierno Municipal de Bahía de Banderas, 2003) presenta algunas diferencias mínimas en la descripción de estos conceptos, definiéndolos de la siguiente forma:

Áreas urbanizadas: son las áreas ocupadas por las instalaciones necesarias para la vida normal del centro de población...

Áreas de reserva urbana: las que corresponden a los terrenos donde se disponga el crecimiento del centro de población...

Áreas naturales protegidas: las relativas a las tierras, aguas y bosques que por sus características naturales o paisajísticas deberán preservarse para mantener el equilibrio ambiental...

En este mismo documento es posible encontrar la descripción correspondiente a expansión urbana, que se define como:

...el crecimiento de los centros de población que implica la transformación de suelo rural a urbano, mediante la ejecución de obras materiales en áreas de reservas para su aprovechamiento en su uso y destinos específicos, modificando la utilización y en su caso el régimen de propiedad de áreas y predios, así como la introducción o mejoramiento de las redes públicas de infraestructura.

Asimismo, se revisaron los lineamientos utilizados en el Programa Estatal de Suelo y Reservas Territoriales de Nayarit (COPLADENAY, 2007), ya que en éste se asientan las bases para detallar las características de las zonas aptas para el desarrollo urbano. Estas zonas se definen como:

...áreas que por sus componentes físicos, son consideradas adecuadas para los asentamientos humanos.

Las condiciones que deberán cumplir estas áreas están determinadas por las pendientes, los tipos de suelo, la vulnerabilidad ante riesgos, presencia de fallas y/o fracturas, así como la protección de Áreas Naturales Protegidas.

Sin embargo, con base en los lineamientos establecidos en el Programa Estatal de Suelo y Reservas Territoriales de Nayarit, las zonas aptas para el desarrollo urbano sólo corresponden al 1% del territorio estatal, ya que son muy pocas las áreas que cumplen con las condiciones propicias para ser utilizadas como áreas urbanas conforme a los lineamientos establecidos.

En cuanto a la información cartográfica que en un primer momento estaba disponible se encontró la siguiente:

- Modelo Digital de Elevación del INEGI correspondiente a la carta F13C58, escala 1:50,000.
- Fisiografía escala 1:1,000 000 formato vectorial, realizada por el INEGI.
- Conjunto de datos vectoriales de información topográfica F13C58 escala 1:50 000 serie III, realizado por el INEGI.
- Cartas temáticas de geología, edafología, uso de suelo y vegetación, clave F13C58 escala 1:50,000 formato impreso, realizadas por el INEGI.
- Carta de geología, clave F13C58, realizada por el Servicio Geológico Nacional, formato *raster*.
- Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial, realizada por el INEGI.
- Zonificación primaria del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas, formato *raster*, escala 1:10,000.
- Imagen de satélite de libre acceso: NASA Programa Landsat, 2003, Landsat ETM+ escena L71030046_04620030513, L1G, USGS, Sioux Falls,

13/05/2003. Resolución espacial de 15 metros en la banda pancromática. Resolución espacial de 30 metros en las bandas del espectro visible y del infrarrojo. Resolución espacial de 60 metros en las bandas del infrarrojo térmico.

La dificultad que presenta el uso de la información disponible a través de los diversos organismos públicos es la falta de actualización en ciertas temáticas geográficas y de resolución espacial para realizar estudios de escalas mayores a 1:50,000. La información a utilizar debía cumplir con requerimientos mínimos para analizarla a escalas de mayor detalle, o se correría el riesgo de realizar un estudio que llevaría a la toma de decisiones erróneas.

La información pública disponible sólo se utilizó como una referencia del contexto físico-ambiental de la zona de estudio, con la finalidad de solucionar estas inconsistencias se requería actualizar o generar información de carácter básico, por lo que se procedió a solicitar la siguiente información actualizada a empresas particulares, los diversos pre-procesamientos que requieren estos datos fueron realizados por las compañías encargadas de realizar los trabajos de obtención de la información y son los siguientes:

- Levantamiento topográfico del área de estudio con curvas de nivel a una equidistancia de 0.50 metros. El conjunto de datos se dispuso en formato vectorial y se estructuraron por capas de información que contenían las curvas de nivel principales a cada 5.00 metros, en tanto que, las curvas intermedias se organizaron a cada 1.00 metros y a cada 0.50 metros.
- Imagen de satélite multispectral para detección de la vegetación. La imagen referida es del 20 de noviembre de 2009, tomada por el satélite comercial WorldView-2 lanzado en octubre de 2009, con 8 bandas multispectrales con una resolución espacial de 1.85 metros y una banda pancromática con resolución espacial de 0.46 metros. El pre-procesamiento de la imagen incluyó la corrección geométrica y radiométrica. Para la corrección geométrica se utilizaron las ortofotos de INEGI blanco y negro a escala 1:50,000 con resolución aproximada de 3.00 metros, así como el Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) escala 1:50,000. En la corrección radiométrica se remitió al manual de calibración radiométrica que la compañía *Digital Globe*, propietaria del satélite, proporciona a los

usuarios. La corrección radiométrica se realizó en dos fases, en la primera de ellas se calculó la radiancia espectral para cada banda y en la segunda fase se calculó la reflectancia espectral de cada banda de la imagen.

- Fotografía aérea blanco y negro para fines de fotointerpretación a un nivel detallado. El material aerofotográfico tiene una resolución de 0.25 metros y se ensambló en un mosaico de fotografías para conformar una sola imagen fotográfica. Asimismo, se realizó el procesamiento correspondiente de ortorectificación y los datos obtenidos se almacenaron en formato *raster*.

La proyección cartográfica utilizada en el conjunto de datos es la Universal Transversa de Mercator, zona 13 norte, Datum WGS84; la escala de representación cartográfica es 1:10,000 y la unidad mínima cartografiable es de 900.00 m². Sin embargo, en los archivos digitales se conservó la resolución espacial de los datos, la cual permitió que el tamaño de píxel fuera de 2.00 metros. El objetivo de adquirir esta información actualizada era conocer de forma detallada el relieve del sitio, así como la relación entre la superficie urbana y la vegetación existentes.

Aunado a esto, la revisión de los criterios señalados en el Programa Estatal de Suelo y Reservas Territoriales de Nayarit para las futuras áreas urbanas, permitió establecer un primer listado de las condicionantes del territorio al momento de realizar el análisis y diagnóstico de las características físicas de la zona de estudio. De tal forma que, se buscó delimitar aún más cada uno de los elementos que se analizarían, seleccionando sólo aquellos que se consideraron indispensables, así como aquellos de los que se podía obtener información a detalle, factible para la escala de trabajo.

La delimitación de estos lineamientos parte del hecho de favorecer y/o limitar el desarrollo urbano, así como incluir variables que se pudieran digitalizar y fueran factibles de categorizar conforme a dos criterios de valoración: incluyentes, en donde se agrupan las características favorables para el desarrollo urbano; excluyentes, correspondientes a las características que limitan la expansión urbana.

Otro punto importante fue que la falta de información actualizada a escala local, relativa a edafología y geología del sitio, así como a la vulnerabilidad ante riesgos, implicó que estos temas se descartaran en la definición de los lineamientos de zonas aptas para el desarrollo urbano.

En el tema correspondiente a conservación y preservación de Áreas Naturales Protegidas, se realizó una revisión de los límites de las mismas en el Sistema de Información Geográfica que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas tiene para consulta (CONANP, 2013). La información consultada permitió reconocer que no existen Áreas Naturales Protegidas de competencia federal en el área de estudio.

El área de valor ambiental más cercano a estas características es la Región Terrestre Prioritaria 62, conocida como Sierra Vallejo-Río Ameca y delimitada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2014). Comprende una superficie de 2,813 km² localizada en los límites de los estados de Nayarit y Jalisco, lo que conlleva que toda el área de estudio del presente trabajo esté incluida en esta región. Esto resalta la riqueza ecosistémica que existe en toda la zona, aunque por la escala de análisis del presente trabajo no es posible establecer prioridades.

A nivel estatal existe un decreto que declara a la Sierra de Vallejo como Área Natural Protegida bajo la categoría de Reserva de la Biosfera Estatal (INADES, 2004), sin embargo, sus límites quedan fuera del área de estudio. Lo anterior implicó que la variable correspondiente a conservación y preservación de Áreas Naturales Protegidas, considerada en el Programa Estatal de Suelo y Reservas Territoriales de Nayarit, fuera descartada en el presente trabajo.

Un tema que se creyó indispensable, a pesar de no ser considerado en el Programa de Suelo y Reservas Territoriales es la hidrología superficial del sitio y la definición de áreas de protección de la misma. La importancia de esta información radica en proteger la red hidrológica, como elemento fundamental del subsistema hídrico.

Si bien existen registros de inundaciones en la localidad de San Francisco, para la fecha en que se realizó el estudio se pudo constatar en campo la realización de obras de contención en el Arroyo Charco Hondo para evitar posibles avenidas extraordinarias, por lo que no se realizó un estudio puntual para el tema de inundaciones.

Es así que, los criterios seleccionados en el presente trabajo para delimitar las áreas adecuadas para la expansión urbana se definieron conforme a las siguientes características:

- Se considerarán aptas para asentamientos humanos las pendientes del terreno que estén por debajo del 35%.

- Se respetarán las zonas pertenecientes a los ecosistemas existentes.
- Se respetarán las zonas con vegetación densa y buena salud.
- Se definirán y respetarán las áreas de protección a cuerpos de agua, cauces y escurrimientos.

Una vez que se definieron los lineamientos a utilizar, se procedió a elaborar y actualizar la cartografía temática de cada uno de los puntos mencionados, lo que generó cuatro principales cartas temáticas:

- Mapa de pendientes.
- Mapa de uso de suelo y vegetación (2009).
- Mapa de vigor de la vegetación (2009).
- Mapa de hidrología superficial y áreas de protección.

Los procesos de elaboración y actualización de esta cartografía, así como la metodología utilizada para su análisis se presentan en los siguientes apartados.

Mapa de pendientes.

Las pendientes como condicionantes para el asentamiento humano responden a necesidades de protección civil así como a requerimientos para un adecuado establecimiento de la infraestructura urbana.

Desde la perspectiva de la trigonometría la pendiente se puede definir como la tangente de un ángulo, ya que resulta de la relación entre el cateto opuesto (diferencia de altitud) y el cateto adyacente (distancia horizontal). De manera concisa, se puede definir la pendiente entre dos puntos, como la relación entre la diferencia de altitud de estos dos puntos con respecto a su distancia horizontal, el resultado de esta relación puede ser expresado en porcentaje (multiplicando el resultado por 100) o como un ángulo.

Cuando se habla de una pendiente del 100% es en referencia al hecho de que por 100 metros de distancia horizontal se tienen 100 metros de altura, lo que resulta en una relación igual a 1, por lo que el ángulo existente es igual a 45° (Mendieta y Valencia, 2005).

Según el Programa Estatal de Suelo y Reservas Territoriales de Nayarit las pendientes que se encuentran en los rangos entre 0% y 15% presentan un nivel de riesgo de bajo a medio y no presentan problemas para la construcción de infraestructura. En

tanto que las pendientes entre los rangos del 15% al 35%, se consideran en un nivel de riesgo medio y presentan poca dificultad para la introducción de infraestructura. Las pendientes por arriba del 35% se consideran altas y no son aptas para asentamientos humanos debido a que su nivel de riesgo es de alto a muy alto y la construcción de infraestructura es extremadamente complicada.

Con base en la información topográfica y a partir de las curvas de nivel, se realizó un modelo digital del terreno para posteriormente crear el mapa de pendientes. Teniendo esta información se realizó un análisis preliminar de las pendientes que consistió en generar una cartografía que considerara varias clases de pendientes agrupadas cada cinco puntos porcentuales, lo que resultó en ocho clases: 0-5%, 5-10%, 10-15%, 15-20%, 20-25%, 25-30%, 30-35% y mayor a 35%.

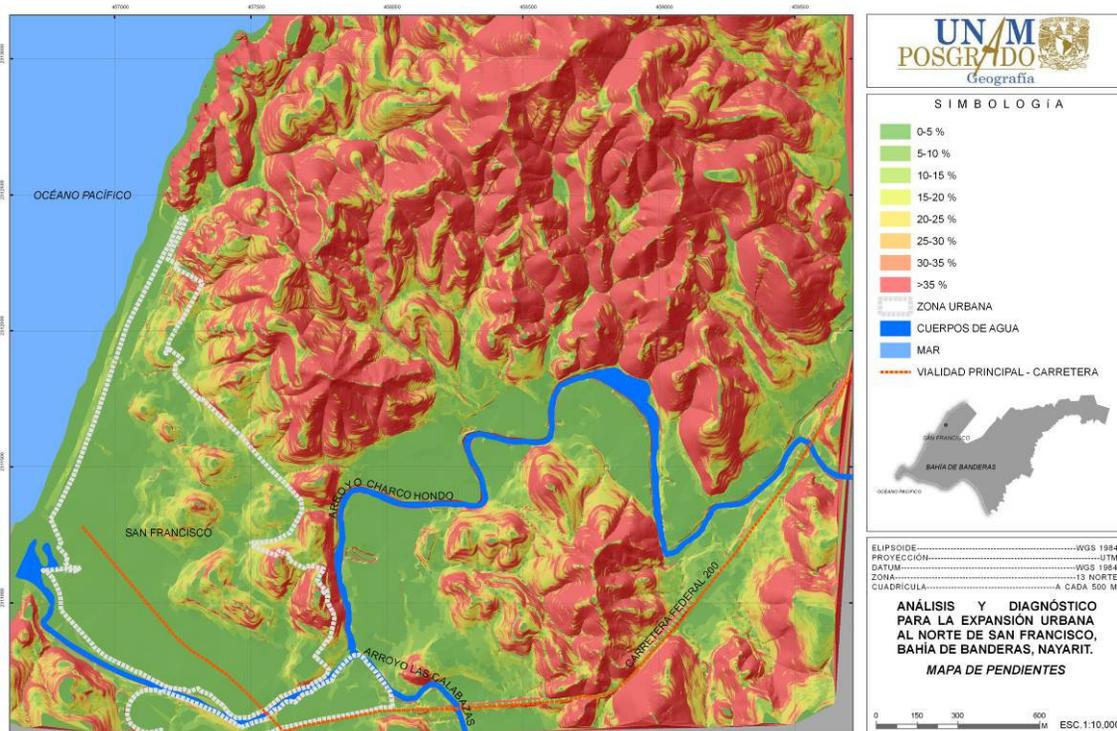


Fig. 2.2 Mapa de pendientes de la zona de estudio.

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica F13C58 serie III

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Mapa Digital de México.

INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas, 2002.

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

La finalidad de este trabajo preliminar fue reconocer en dónde se ubican los asentamientos, así como la infraestructura y servicios existentes en el poblado. Mediante la revisión de la imagen de satélite y trabajo en campo se verificó que estos usos se localizan en pendientes máximas al 35%, siendo congruente con lo señalado en el Programa Estatal de Suelo y Reservas Territoriales de Nayarit.

De tal forma que, para la obtención de la cartografía final de las pendientes se definieron dos clases de pendientes del terreno: menores a 35% y mayores a 35%. Se consideró que las de mayor oportunidad de aprovechamiento son aquellas que se encuentran por debajo del 35%, dado que presentan un nivel de riesgo medio. Las pendientes superiores a este rango no son recomendables debido al alto riesgo que representan, así como al elevado grado de erosión hídrica causado por los escurrimientos naturales que van a mayor velocidad, además de disminuir el acceso peatonal, limitar el rodado de vehículos y complicar los trabajos para infraestructura.

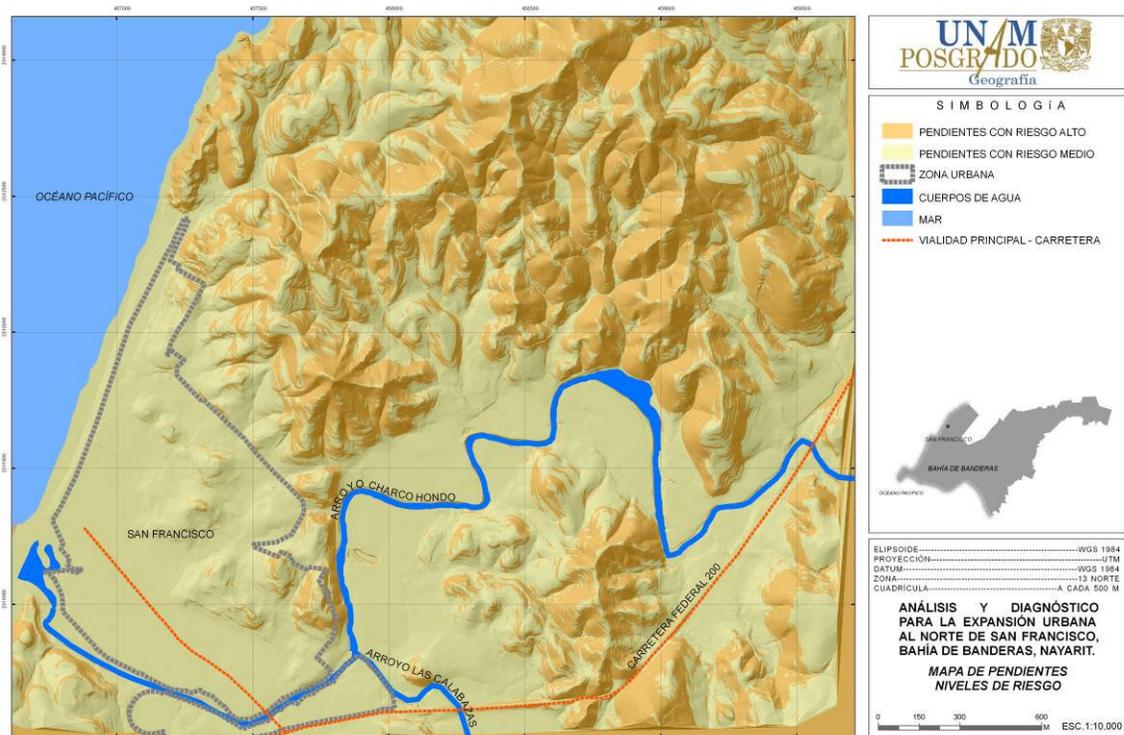


Fig. 2.3 Mapa de pendientes por niveles de riesgo en la zona de estudio.
 Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.
 INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica F13C58 serie III
 INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0
 INEGI. Mapa Digital de México.
 INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial.
 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas, 2002.

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

Mapa de uso de suelo y vegetación 2009.

Uno de los elementos del sistema natural con mayor índice de cambio es la cobertura vegetal, pues las actividades antrópicas implican un aprovechamiento constante de la vegetación y cambios en los usos de suelo del territorio.

La cartografía de INEGI correspondiente al año de 1970 en materia de uso de suelo y vegetación para San Francisco, Nayarit, señala que para ese periodo de tiempo existían los siguientes ecosistemas: manglar, palmar, selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia. Asimismo, se practicaba agricultura de temporal anual semipermanente en las áreas más próximas a los asentamientos humanos. El conocimiento de esta información cartográfica dejó claro que era necesario verificar la existencia o permanencia de la vegetación y los usos de suelo, así como los requerimientos de actualización de esta información.

Los métodos tradicionales para la obtención de información en materia de uso de suelo y vegetación consisten en el análisis visual de fotografías aéreas e imágenes de satélite a partir de esto se realiza la fointerpretación de éstas para delimitar los diversos usos existentes en el territorio. Las metodologías más recientes implican el uso de imágenes de satélite y su respectivo estudio mediante procesos de clasificación que utilizan, entre otros, métodos supervisados y no supervisados.

Un primer ejercicio para la obtención de información consistió en realizar un análisis visual de la imagen de satélite buscando reconocer usos en el territorio y verificar aquellos que fue posible conocer en visitas de campo. Este tipo de análisis tiene por objetivo realizar un primer acercamiento a la información de las diversas coberturas que existen en el territorio lo que se logra mediante la combinación de las bandas de la imagen, sin alterar los niveles digitales.

El análisis visual de imágenes se realizó utilizando tres bandas de la imagen de satélite, cuya visualización en un medio electrónico parte de la combinación de tres colores básicos: rojo, verde y azul (RGB, por sus siglas en inglés). Al utilizar estos canales de color es posible ordenar las bandas de la imagen de satélite en alguno de ellos, originando combinaciones de colores y tonos distintos a los que percibimos con nuestros

ojos. Es así que la combinación de bandas nos permite hacer discriminaciones en cuanto a las coberturas existentes (Fernández-Coppel y Herrero, 2001).

Algunas de estas combinaciones han probado ser un buen ejercicio de análisis y reconocimiento preliminar del territorio. La combinación más conocida es la de las bandas 3, 2 y 1 en los respectivos canales de color RGB ésta es utilizada para crear una imagen visual lo más cercana a nuestra percepción de la tierra y es conocida como “color verdadero”.

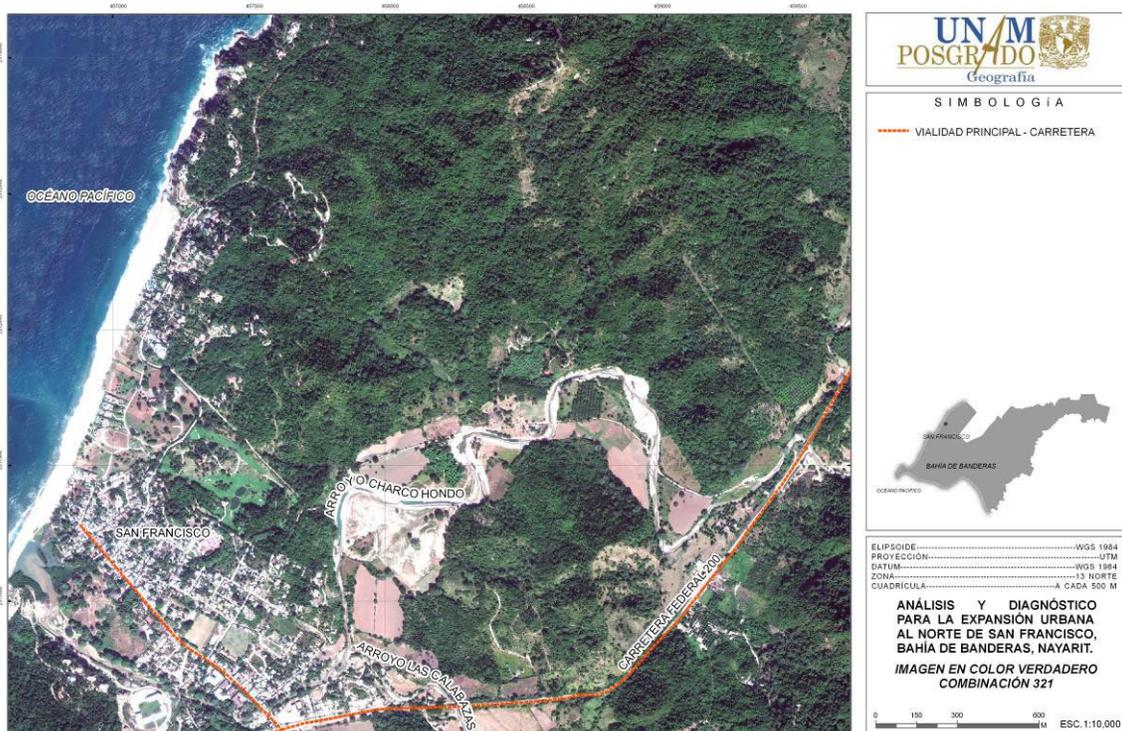


Fig. 2.4 Imagen de satélite de la zona de estudio en color verdadero, combinación 321.

Fuente: Imagen multiespectral del satélite WorldView-2, del 20 de noviembre de 2009.

INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

Para el caso de la detección de la vegetación se utiliza la combinación 432, lo cual permite visualizar la vegetación vigorosa y con cierto grado de humedad, en colores y tonos que van del rojo al magenta. En el caso de la discriminación visual de las áreas urbanas es de gran utilidad la combinación 742, pues estas zonas aparecen en tonos magentas, en tanto que los pastizales se distinguen por un verde claro y las áreas forestales se visualizan en colores y tonos verdes que van de brillantes a oscuros (*ibíd*).

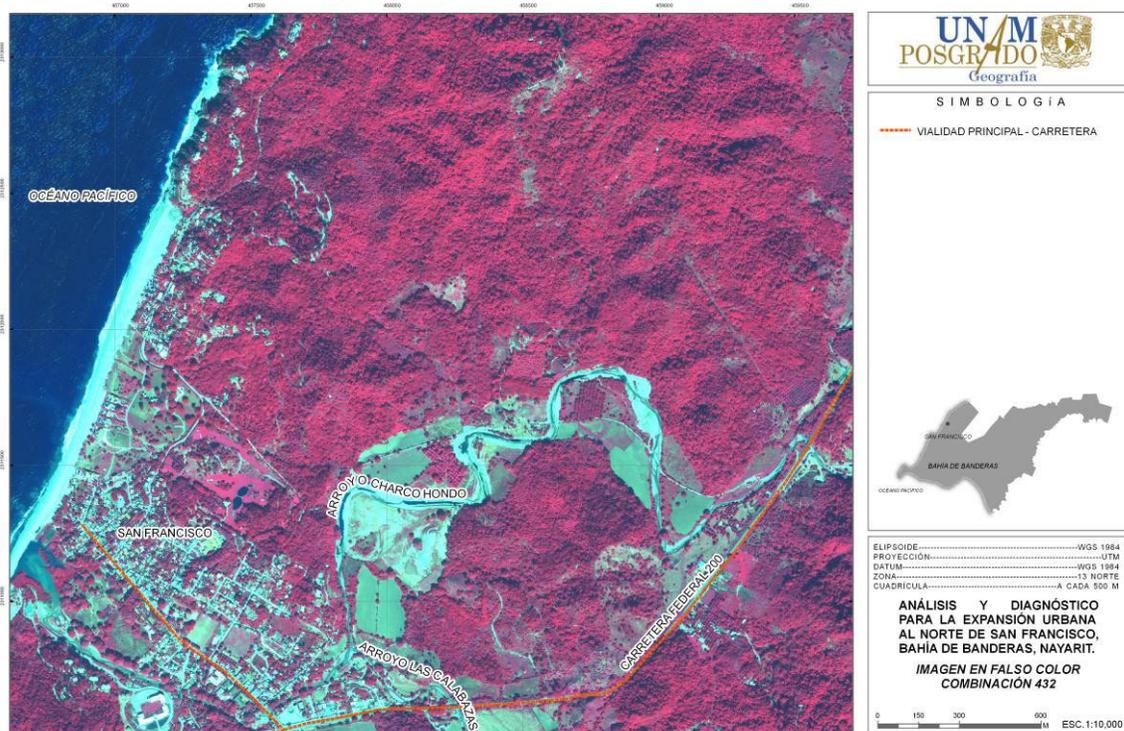


Fig. 2.5 Imagen de satélite de la zona de estudio en falso color, combinación 432.

Fuente: Imagen multispectral del satélite WorldView-2, del 20 de noviembre de 2009.

INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

Los cambios en los usos de suelo y vegetación del área de estudio son perfectamente claros al momento de observar la cartografía de 1970 contra la fotografía aérea y la imagen de satélite recientes. Como resultado del análisis visual fue posible distinguir un manchón de vegetación cerca de la línea de costa, el cual corresponde al manglar existente en esa zona y el cual fue posible conocer en visitas de campo. En tanto que los otros ecosistemas de los que se tenía conocimiento como son el palmar, la selva mediana subcaducifolia y la selva baja caducifolia no mostraron un patrón diferenciable.

La presencia de nuevos desarrollos habitacionales y el incremento de áreas agrícolas y ganaderas, provocaron el decrecimiento de las zonas que en 1970 estaban delimitadas como palmar, selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia. Una herramienta de fácil acceso, que permitió percibir con mayor claridad los cambios en las coberturas fue la consulta de las imágenes de satélite, de distintas fechas, a través de *Google Earth*.

Sin embargo, no había mayor certeza de ello que el análisis visual, por lo que se requería realizar una clasificación digital. Este es un proceso que busca obtener una cartografía e inventario de las diversas clases que es posible identificar en un área de interés. Durante la clasificación digital la imagen multiespectral se convierte en una nueva imagen en donde se categoriza el número digital de cada píxel. Una vez categorizados los diversos píxeles, la nueva imagen es la fuente de información para la generación de cartografía temática, así como un inventario de las diversas clases (como son los usos de suelo y vegetación) que existen en el territorio (Chuvieco, 2002).

El proceso de clasificación de una imagen de satélite implica ordenar los píxeles en un número determinado de clases individuales o categorías con base en sus niveles digitales. Partiendo de un conjunto de criterios, a cada pixel se le asigna una clase, lo que representa un tipo de información que caracteriza al territorio de interés y crea patrones que son fácilmente diferenciables entre sí.

El proceso de clasificación no supervisado corresponde a métodos automatizados, en donde las clases son creadas mediante algoritmos que redefinen el criterio para cada categoría y reclasifican los píxeles, lo que da como resultado grupos o conglomerados de píxeles que posteriormente se interpretan con la finalidad de descubrir patrones en la información.

En el caso de la clasificación supervisada implica un análisis controlado por la persona que realiza la clasificación. Se utilizan algoritmos para etiquetar píxeles los cuales sirven como elementos base de cada una de las clases. La etiquetación de los píxeles permite definir campos de entrenamiento, lo que sirve para identificar a cada pixel dentro de un grupo o clase. Es importante contar con información previa y adicional a la imagen de satélite mediante la cual se pueda hacer un análisis del territorio que permita reconocer lo que existe y establecer campos de entrenamiento.

Se decidió comenzar el trabajo de clasificación digital de la imagen de satélite realizando un ejercicio de clasificación no supervisada con el objetivo de ordenar la información de los píxeles en un número determinado de clases que pudieran ser interpretados. La automatización de este trabajo no resultó satisfactoria, ya que se pudo observar que el resultado era un mapa demasiado fragmentado en donde se visualizaban demasiadas clases sin un patrón legible.

El segundo análisis consistió en una clasificación supervisada. Se partió de la información cartográfica de INEGI de 1970 y se solicitaron a un especialista datos de vegetación que fueron recolectados en campo mediante un muestreo en el que se colectaron ejemplares de material biológico para ser identificados posteriormente a nivel de género. Estas muestras fueron inventariadas en un sistema de información geográfica para registrar de forma confiable el sitio de recolección y un fácil acceso a la consulta de los datos.

Con base en la información de este inventario se procedieron a crear los campos de entrenamiento y una vez definidos éstos se realizó la clasificación de todos los píxeles de la imagen. Se continuó con el proceso de post-clasificación de la imagen de satélite, para lo cual se utilizaron una serie de herramientas con la finalidad de generalizar la clasificación obtenida durante el proceso. El resultado se reclasificó nuevamente y se determinaron 4 clases correspondientes a coberturas y una más nombrada como “no clasificada”:

- 0 = no clasificada.
- 1 = agua.
- 2 = vegetación natural.
- 3 = suelo agrícola o deforestado.
- 4 = área urbana o suelo expuesto.

Si bien esta clasificación resultó muy cercana a las coberturas existentes en el territorio, resultó imposible distinguir tres ecosistemas de los que se tenía conocimiento previo o que se pudieron reconocer en visitas de campo: la selva baja caducifolia, el manglar y el palmar.

Con anterioridad, en el análisis visual de la imagen de satélite, se logró reconocer los límites del manglar ubicado al oeste de la población de San Francisco, muy cerca de la línea de costa.

Este ecosistema sobresale por el hecho de que las especies que lo caracterizan están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (PROFEPA, 2010) la cual señala que la categoría a la que pertenecían era protección especial, sin embargo, su situación ha llevado a que sean consideradas especies amenazadas. Esta categoría aplica para las cuatro especies de mangle que se señalan en los anexos de la norma: *Rhizophora*

mangle, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. De tal forma que se realizó el trazo de los límites del ecosistema para posteriormente ser incorporados al conjunto de información de las coberturas, con la intención de proteger y conservar esta vegetación.

En el caso de la selva baja caducifolia no fue posible distinguir un límite claro con respecto a la selva mediana subcaducifolia y tampoco fue posible apreciar en campo, especies claves de este ecosistema o algún elemento que permitiera diferenciarla. Por esta razón, se decidió delimitar la selva como una sola y clasificarla como selva mediana subcaducifolia.

Además de esto, se logró apreciar que el palmar se entremezclaba con la selva mediana subcaducifolia haciendo difícil su delimitación. Con la finalidad de obtener información de este ecosistema se realizó la fotointerpretación de una fotografía aérea, ya que en ésta era fácilmente diferenciable un cambio en el tono y textura, que describía la existencia del palmar. Partiendo de esto, se realizó el trazo de los límites para después incorporarlos al conjunto de datos de uso de suelo y vegetación.

El estudio de la vegetación arrojó datos interesantes en cuanto a especies en alguna categoría de riesgo y de las cuales ya se han mencionado algunas, con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010 estas especies son:

- *Cedrela odorata* (Cedro rojo), especie protegida.
- *Orbignya cohune* (conocida como Palma de coquito), especie protegida.
- *Tabebuia chrysantha* (Guayacán amarillo), especie amenazada.
- Manglar: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. Especies amenazadas.

La presencia del cedro rojo fue posible de apreciar en las visitas de campo y mediante la información del análisis visual se trazaron sus límites para incorporarlos al conjunto de información. En tanto que del guayacán amarillo sólo fue posible encontrar algunos individuos aislados, lo que impidió que se trazara en la cartografía. La escasez del guayacán amarillo y la imposibilidad de señalar su presencia en la cartografía ya es un indicio de que se trata de una especie en peligro de extinción en la zona de estudio.

Para definir una clasificación final se consideraron las grandes clases utilizadas por INEGI para definir los grupos de vegetación y usos de suelo en las diversas escalas

de la cartografía, por lo que el listado de categorías quedó con los siguientes usos de suelo y vegetación:

- Información agrícola.
Agricultura.
- Información ecológica (vegetación natural e inducida).
Selva mediana subcaducifolia.
Palmar.
Manglar.
Cedral.
- Suelo urbano.

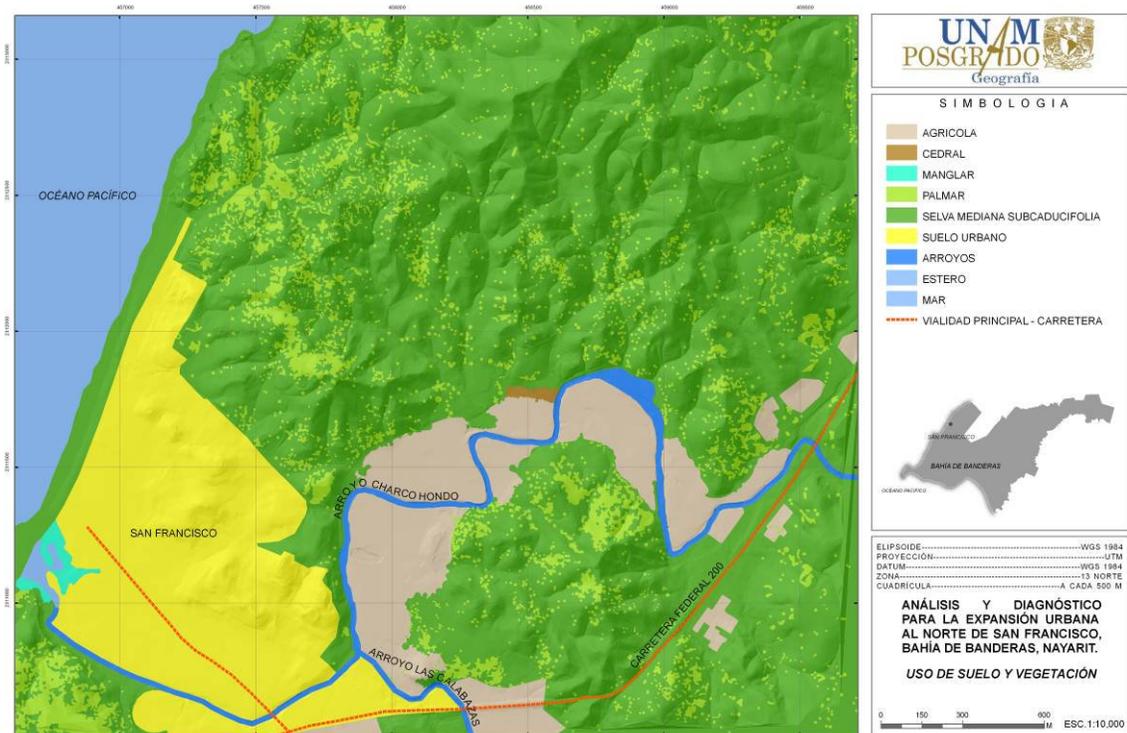


Fig. 2.6 Mapa de usos de suelo y vegetación de la zona de estudio 2009.
 Fuente: Fotografía aérea blanco y negro de la zona de estudio con resolución de 1.00 m.
 Imagen multiespectral del satélite WorldView-2, del 20 de noviembre de 2009.
 INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.
 INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica F13C58 serie III
 INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0.
 INEGI. Mapa Digital de México.
 INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial.
 Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

Los datos de la cartografía se reclasificaron en áreas de valor paisajístico y áreas fragmentadas o degradadas para su posterior utilización en el análisis de aptitud. Bajo esta categorización se buscó que en las áreas de valor paisajístico quedaran incorporadas las coberturas correspondientes a información ecológica: selva mediana subcaducifolia, palmar, manglar y cedral; en tanto que el resto de los usos se consideraron áreas fragmentadas o degradadas.

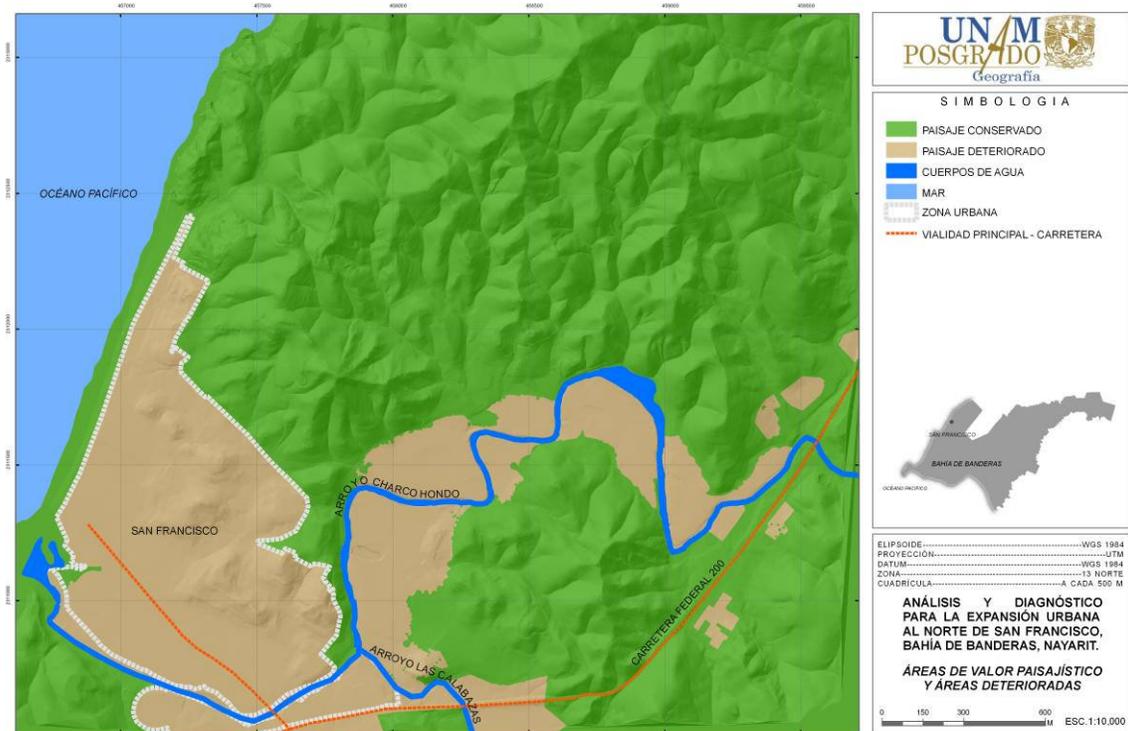


Fig. 2.7 Mapa con áreas de valor paisajístico y áreas degradadas de la zona de estudio.

Fuente: Fotografía aérea blanco y negro de la zona de estudio con resolución de 1.00 m.

Imagen multiespectral del satélite WorldView-2, del 20 de noviembre de 2009.

INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica F13C58 serie III

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0.

INEGI. Mapa Digital de México.

INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial.

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

El objetivo al definir esta categoría es conservar, resguardar y proteger especies de gran valor ambiental con la finalidad de evitar la destrucción o modificación drástica de su hábitat, manteniendo la disposición y estado actual de estas zonas, así como evitar los usos o aprovechamientos no sustentables cercanos a su ubicación.

Mapa de hidrología superficial y áreas de protección.

El área de estudio se localiza en la Región hidrológica Huicicila, en la cuenca del Río Huicicila – San Blas, el nombre de la subcuenca es Río Huicicila y es de tipo exorreica. La elevación máxima de la subcuenca está a los 2240 msnm y la pendiente media es de 30.9%; la elevación máxima de la corriente principal está a los 1672 msnm y la elevación mínima es de 1 msnm. El principal cauce es el Arroyo Charco Hondo el cual es alimentado por el Arroyo Las Calabazas.

Los datos de INEGI provenientes del conjunto de datos vectoriales de información topográfica fueron una base importante para actualizar el mapa de la hidrología superficial del área de estudio. Algunos datos correspondientes a los cuerpos de agua, así como de los cauces principales que atraviesan por el poblado de San Francisco, se verificaron con base en los datos de la clasificación digital y el análisis visual. Se identificaron las áreas que requerían una actualización y se realizó el trabajo correspondiente.

Para el trazo de los escurrimientos se recurrió a los datos topográficos. Se realizó una observación de los puntos en los que existía una depresión topográfica y en aquellos donde se formaba un canal (como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno), se representó la existencia de un escurrimiento.

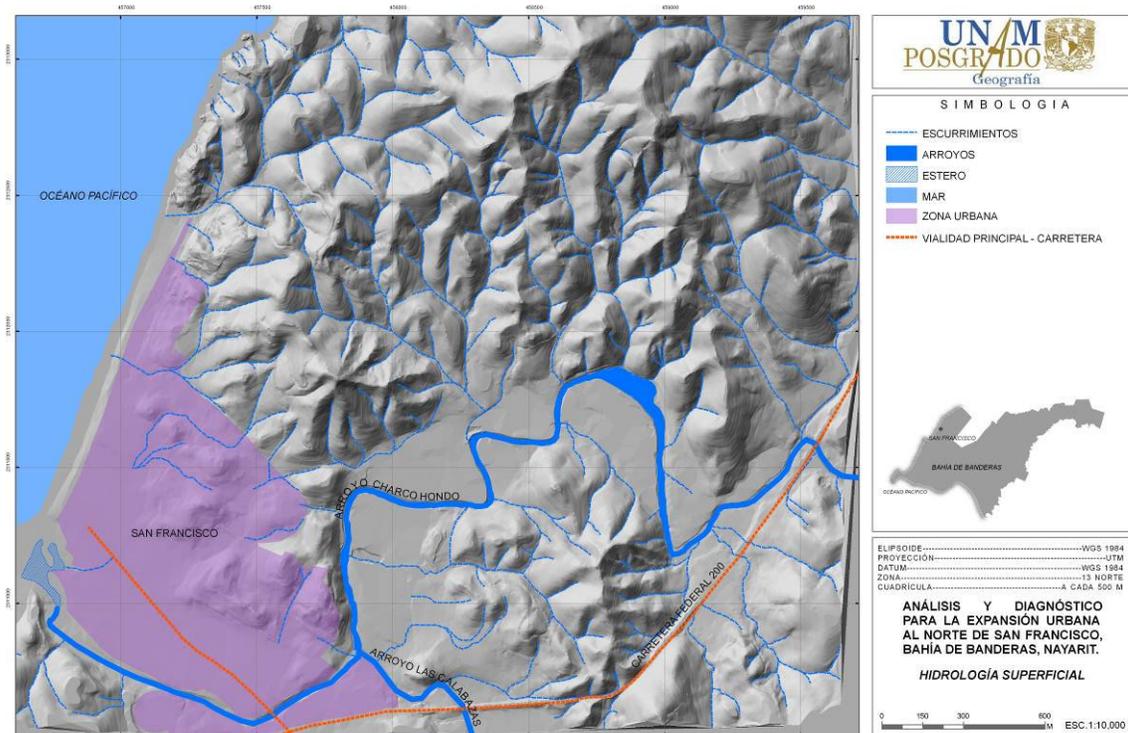


Fig. 2.8 Mapa de hidrología superficial de la zona de estudio.

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica F13C58 serie III

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Mapa Digital de México.

INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas, 2002.

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

La opción de realizar este proceso mediante técnicas automatizadas resultó insatisfactoria ya que se originaron diversos errores que ocupaban la misma cantidad de tiempo para su corrección que si se trazaba la hidrología directamente.

En México, el agua de los ríos, lagos y acuíferos es propiedad de la nación y su administración corresponde al Poder Ejecutivo. La normatividad aplicable cuenta con dos instrumentos principales (CONAGUA, 2006):

- La Ley de Aguas Nacionales, en la que se establecen los principios e instrumentos para el aprovechamiento y preservación del agua; y
- La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), autoridad responsable de la administración del recurso.

Bajo este marco legal, en el Reglamento Municipal de Zonificación y Usos del Suelo de Bahía de Banderas, Nayarit se han considerado áreas encaminadas a la protección de cauces y cuerpos de agua. Estas áreas tienen por objeto regular y controlar la operación natural así como la explotación de los cuerpos de agua, cauces (corrientes continuas) y escurrimientos (escurrimientos intermitentes). La definición de dichas áreas de protección se sujeta a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y al dictamen respectivo por parte de la Comisión Nacional del Agua.

Si bien es complejo solicitar un dictamen ante CONAGUA para delimitar las áreas de protección de los ríos, cauces y escurrimientos, es posible establecer con aproximación estos límites partiendo de lo descrito en la Ley de Aguas Nacionales (CONAGUA, 2014) para definir el área conocida como Ribera o Zona Federal:

“... (son) las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. (...) En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar...”.

Con base en esta descripción, se decidió trazar las fajas de 10 metros de anchura contiguas a los cauces y cuerpos de agua. En el caso de los escurrimientos también se consideraron fajas de las mismas dimensiones medidas horizontalmente a partir de su eje.

Al ser éste un territorio costero se consideró que además era necesario delimitar con aproximación la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) ésta es la franja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a la playa (PROFEPA, 2014). La delimitación de esta zona presenta una complicación similar a la determinación de las áreas de protección de los ríos, cauces y escurrimientos por lo que se trazó esta zona considerando para ello el límite del mar contenido en el conjunto de datos vectoriales de INEGI.

La delimitación de la ZOFEMAT, así como de las áreas de protección a los cuerpos de agua, cauces y escurrimientos tiene como finalidad proteger estos elementos

de cualquier obstrucción o intervención que impidiera la continuidad de los procesos al interior del sistema.

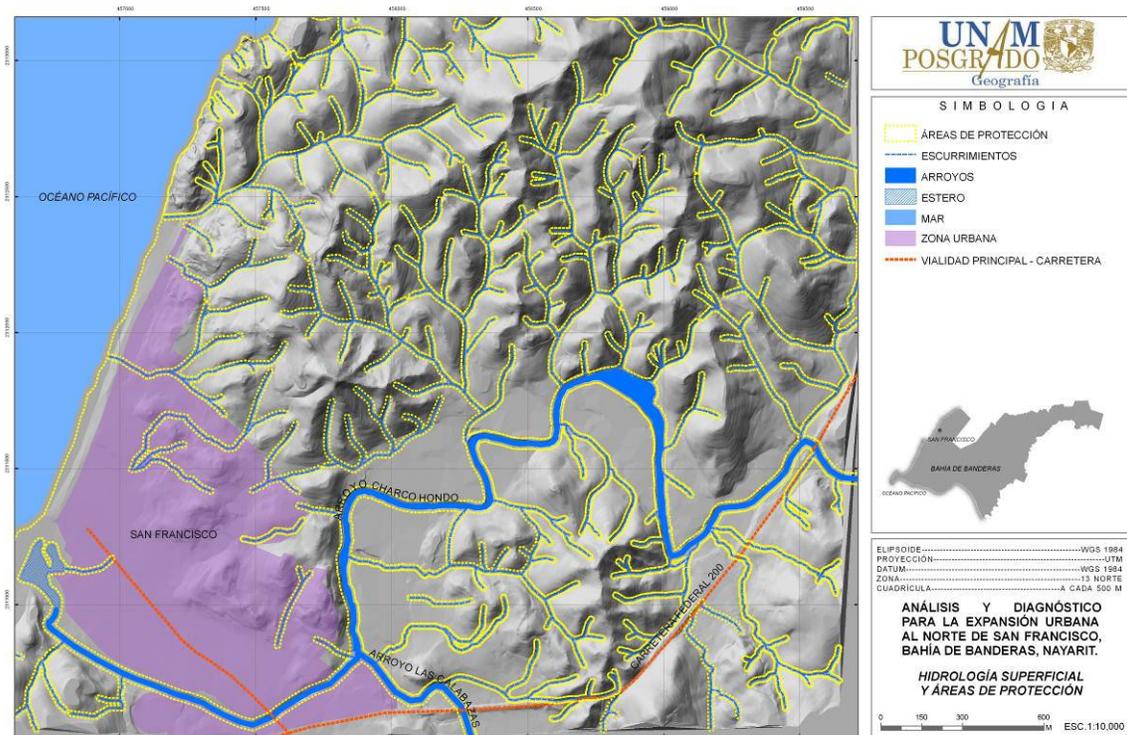


Fig. 2.9 Mapa de hidrología superficial y áreas de protección de la zona de estudio.
 Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.
 INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica F13C58 serie III
 INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0
 INEGI. Mapa Digital de México.
 INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 formato vectorial.
 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas, 2002.
 Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

Mapa de vigor de la vegetación 2009 (NDVI).

La utilización de imágenes de satélite mediante programas para el procesamiento de éstas, en conjunto con metodologías desarrolladas por diversos académicos y científicos ha permitido que se obtengan mapas de uso de suelo y vegetación actualizados. Sin embargo, el territorio analizado en el presente trabajo presentó una dificultad que no se esperaba, los ecosistemas y usos de suelo existentes mostraban un bajo nivel de diferenciación, lo que complicó su análisis a través de métodos de clasificación.

Considerando la dificultad para delimitar los tipos de vegetación se decidió utilizar el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), como referencia para delimitar

dos grandes clases en relación con el análisis del estado o condiciones de la vegetación: zonas con vegetación vigorosa y zonas con vegetación no vigorosa.

El NDVI es de los más antiguos, el más conocido y el más frecuentemente usado de los índices, habiendo sido creado para aplicaciones relativas a la vegetación y su discriminación en los medios naturales y/o urbanos. Está basado en las características de la vegetación: la absorción de energía en el canal rojo y la reflexión de una parte importante de ella en el infrarrojo cercano (IRC). Esto permite efectuar una división, píxel a píxel, entre los niveles digitales almacenados en dos o más bandas de la misma imagen (Chuvienco, 2002). Sus objetivos son:

- Mejorar la discriminación entre suelos y vegetación
- Reducir el efecto del relieve (pendiente y orientación) en la caracterización de distintas cubiertas

Una vegetación sana muestra un claro contraste entre las bandas del espectro visible (especialmente en la banda roja) y el infrarrojo cercano. En el espectro visible la hoja absorbe la mayor parte de la energía que recibe, por lo tanto la reflectividad es menor, en tanto que en el infrarrojo cercano hay una mayor reflectividad. En el caso de que la vegetación sufra algún tipo de estrés, esta situación quedará registrada en la baja reflectividad que muestre en el IRC.

Cuando el contraste en la reflectividad de las bandas del IRC y del rojo es evidente, mostrando una amplia diferencia, se podrá concluir que la vegetación tiene un mayor vigor. Una menor diferenciación entre los contrastes indica que la vegetación está bajo un estado de estrés, enferma o tiene poca densidad, llegando incluso a definirse suelos descubiertos o agua. La operación que permite establecer el NDVI se detalla en la siguiente ecuación:

$$NDVI = (IRC - R) / (IRC + R)$$

donde:

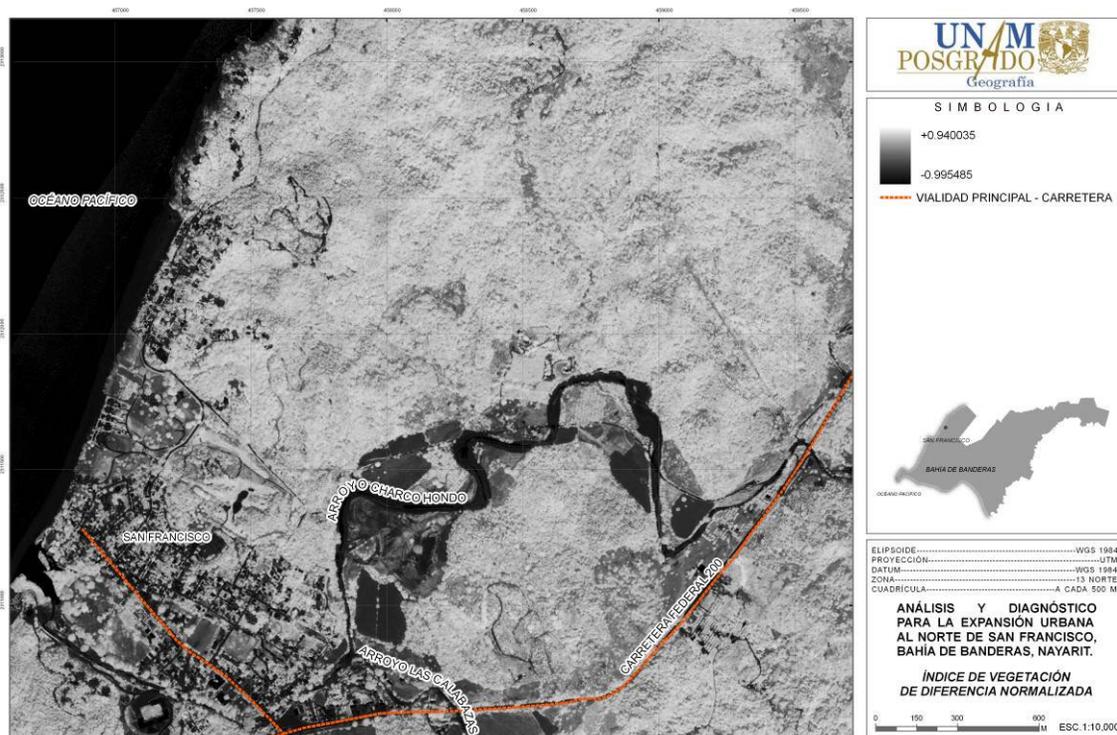
IRC = la banda del infrarrojo cercano y R = la banda del rojo.

Los valores resultantes del NDVI varían entre -1 y +1. Los diversos trabajos realizados con este índice han permitido establecer como un umbral crítico para la

vegetación un valor cercano a 0.1, en tanto que los valores entre 0.5 y 0.7 definen el umbral de una vegetación densa (Chuvienco, 2002).

Las imágenes utilizadas en el presente trabajo corresponden al satélite comercial WorldView-2, lanzado en octubre de 2009 y el cual provee de imágenes en alta resolución con 8 bandas multiespectrales y una banda pancromática. La altitud a la que se encuentra es de 770 km y las imágenes pancromáticas que se obtienen son de 46 cm de resolución, mientras que las imágenes multiespectrales tienen 1.85 m de resolución. La fecha de toma de la imagen de satélite utilizada es del 20 de noviembre de 2009.

Los valores de la imagen de satélite utilizada para determinar el NDVI dieron como resultado una variación desde -0.99548 hasta +0.94003, siendo la media de estos valores de +0.57687 justo dentro del rango que Chuvienco marca como indicativo de la vegetación densa. Considerando el dato de la media, se decidió tomar ésta como el valor para definir el límite para la vegetación densa.



*Fig. 2.10 Mapa de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada 2009 (NDVI).
Fuente: Imagen multiespectral del satélite WorldView-2, del 20 de noviembre de 2009.
INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.
INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0*

A partir de los datos obtenidos mediante el NDVI se definieron dos grandes zonas que sirvieron de referencia para la detección del estado o condiciones de la vegetación en el área de estudio. Aquellas áreas con valores por debajo de +0.57687 se consideraron dentro de la categoría de zonas con bajo vigor de la vegetación, lo que se tradujo como zonas en donde la vegetación es escasa o se encuentra bajo un estado de estrés, incluso se pudo comprobar con las visitas de campo que en este rango existían áreas con suelos descubiertos y/o áreas urbanas. Las áreas con valores por arriba de +0.57687 se integraron a la categoría de zonas con alto vigor de la vegetación, debido a que en este rango la vegetación mostró una mayor densidad y una mejor salud.

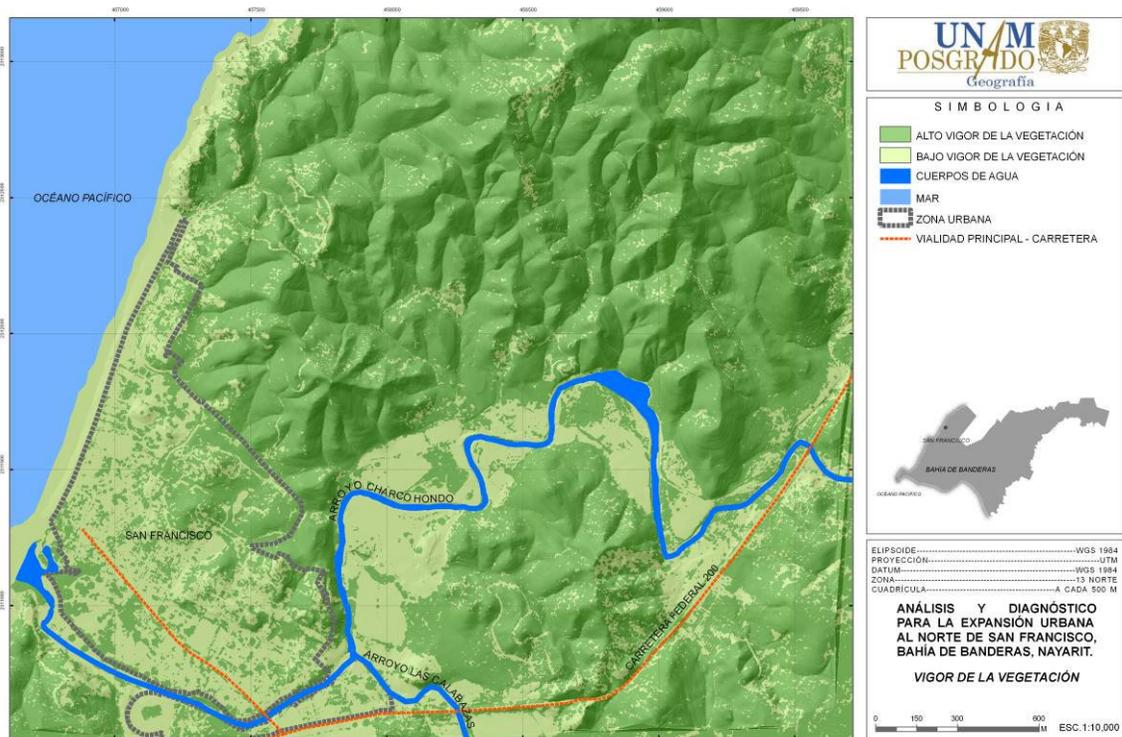


Fig. 2.11 Mapa de vigor de la vegetación de la zona de estudio.
 Fuente: Imagen multispectral del satélite WorldView-2, del 20 de noviembre de 2009.
 INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.
 INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

Álgebra de mapas.

Una vez representada la distribución espacial en el territorio de cada una de las variables a utilizar en el análisis (pendientes, uso de suelo y vegetación, hidrología superficial y áreas de protección, vigor de la vegetación), se procede a su agrupación por criterios de valoración incluyentes, los cuales definen las áreas de mayor aptitud y criterios de

valoración excluyentes, donde se integran las áreas no aptas (Dirección General de Ecología, Municipio de Benito Juárez, 2014).

En este caso la información que se encontraba en formato vectorial fue posteriormente transformada a información de tipo *raster*. A cada celda de estos mapas se le asignó un valor de salida de 0 o 1 con base en los objetivos particulares. Si el criterio para la aptitud de la expansión urbana se cumple, el valor de salida asignado es 1 (apto) en el caso de no cumplirse el criterio, el valor asignado es 0 (no apto). Los mapas creados son modelos binarios, en donde los criterios utilizados contienen valores con el mismo peso y resultan de igual importancia para definir las áreas aptas (Westen, 2004).

Una vez creados los mapas en formato *raster* se realizaron las operaciones de sobreposición de mapas utilizando para ello los operadores: *AND*, *OR* y *SUMA*. La realización de estas operaciones busca mostrar las posibilidades de aprovechamiento conforme a la aplicación de distintos operadores.

El primero de los ejercicios pretendió ser lo más restrictivo posible estableciendo que las variables utilizadas (áreas de valor paisajístico; zonas con alto vigor de la vegetación; pendientes por arriba del 35%; así como cuerpos de agua, cauces y escurrimientos con sus respectivas áreas de protección) se integren en un solo conjunto mediante una intersección utilizando el operador *AND*. El resultado es un mapa en el que se establecen dos clases: apto y no apto para la expansión urbana.

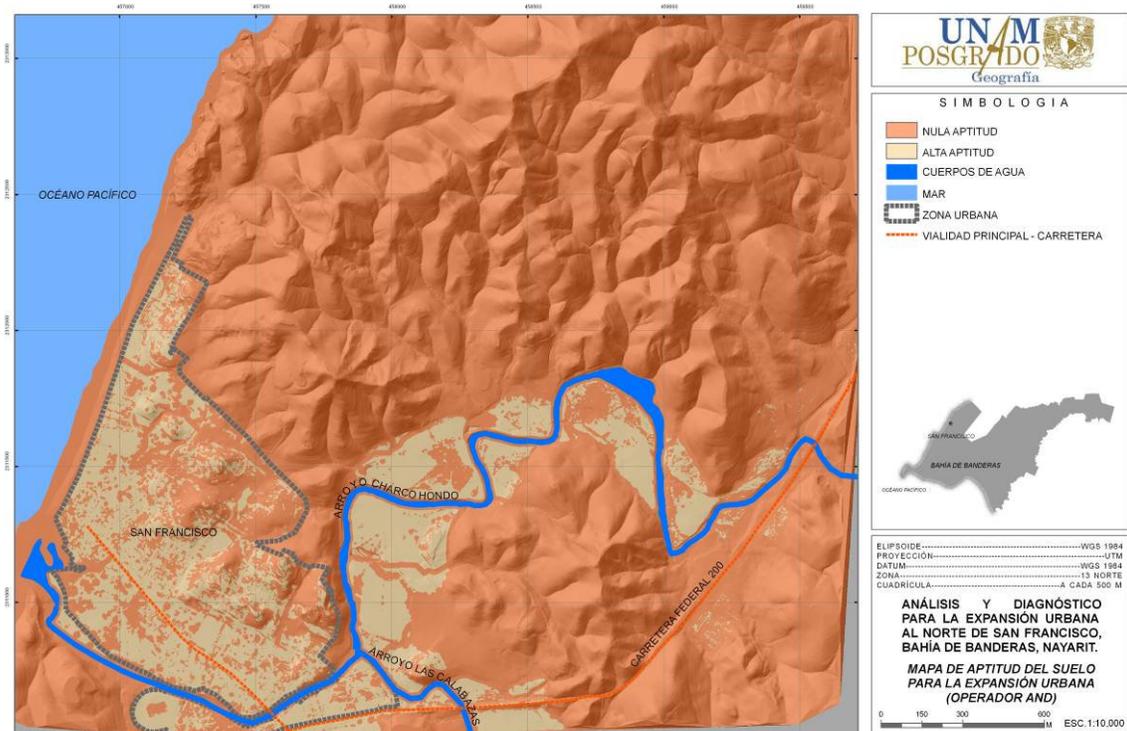


Fig. 2.12 Mapa de aptitud del suelo para la expansión urbana en la zona de estudio (operador AND).

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Mapa Digital de México.

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

Mapa de pendientes por niveles de riesgo en la zona de estudio (fig. 2.3).

Mapa con áreas de valor paisajístico y áreas degradadas de la zona de estudio (fig. 2.7).

Mapa de hidrología superficial y áreas de protección de la zona de estudio (fig. 2.9).

Mapa de vigor de la vegetación de la zona de estudio (fig. 2.11)

La intersección de las celdas de los mapas con un valor de salida de 1 (apto) definió como apta para la expansión urbana la superficie que actualmente ocupa el poblado de San Francisco y las zonas de planicie aledañas a los arroyos caracterizadas por su uso agrícola. En tanto que una amplia superficie del territorio al norte de San Francisco se determinó que no es apta para la expansión urbana,

Es necesario hacer notar que existen ciertas inconsistencias en los resultados que arrojó el análisis realizado, ya que dentro de los límites de la zona urbana resultaron áreas no aptas para la expansión urbana. La observación y análisis de los resultados en esta zona permite establecer que la vegetación existente genera estas inconsistencias.

En el segundo de los ejercicios se utilizó el operador *OR*, éste une todas las celdas de información de los mapas con un valor de salida de 1 (apto) por lo que las nuevas

celdas de información definen sitios aptos para la expansión urbana por el hecho de cumplir con uno u otro de los criterios de aptitud.

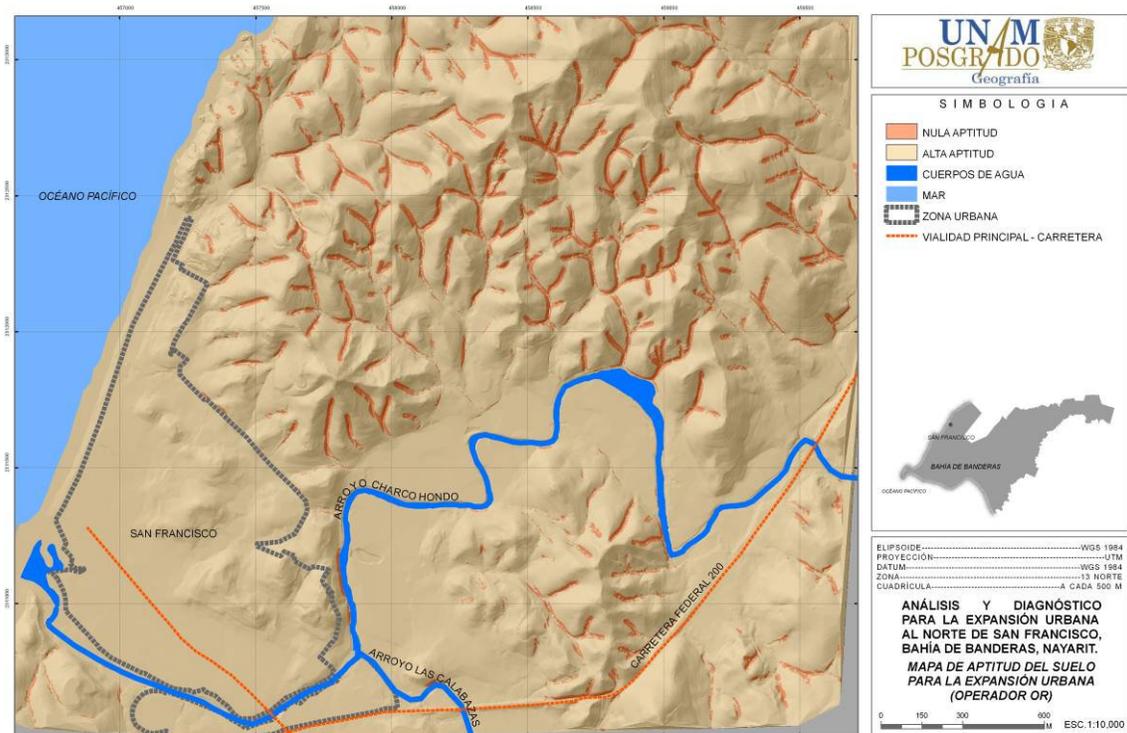


Fig. 2.13 Mapa de aptitud del suelo para la expansión urbana en la zona de estudio (operador OR).

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Mapa Digital de México.

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

Mapa de pendientes por niveles de riesgo en la zona de estudio (fig. 2.3).

Mapa con áreas de valor paisajístico y áreas degradadas de la zona de estudio (fig. 2.7).

Mapa de hidrología superficial y áreas de protección de la zona de estudio (fig. 2.9).

Mapa de vigor de la vegetación de la zona de estudio (fig. 2.11)

El resultado complica el análisis-diagnóstico a realizar del terreno al mostrar todas las posibilidades de aptitud de expansión urbana del territorio, como un conjunto sin una lectura clara de la dinámica entre las variables utilizadas. La selección de algún sitio apto para la expansión urbana cumple por lo menos con uno sólo de los criterios que se señalaron, quedando finalmente una pequeña superficie del territorio en dónde sí es claro que no existe posibilidad alguna de expansión urbana en el territorio.

El tercer ejercicio es la suma de todas las variables. En forma preliminar a esta operación se realizó la suma de las cartas que contenían información de vegetación: áreas de valor paisajístico y zonas con alto vigor de la vegetación. Posteriormente se

realizó la suma de los mapas restantes. El resultado es una carta con un gradiente de aptitud, en donde se aprecian cuatro clases que describen una gama de posibilidades que van desde lo más apto hasta lo más restrictivo.

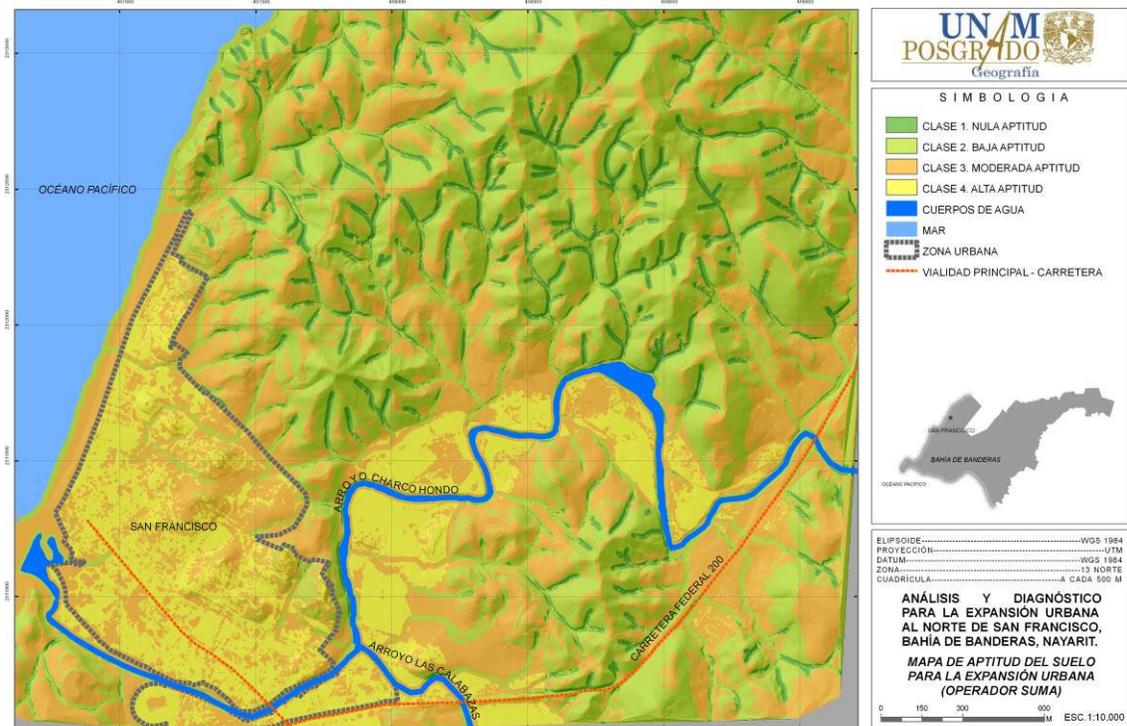


Fig. 2.14 Mapa de aptitud del suelo para la expansión urbana en la zona de estudio (operador SUMA).

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Mapa Digital de México.

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

Mapa de pendientes por niveles de riesgo en la zona de estudio (fig. 2.3).

Mapa con áreas de valor paisajístico y áreas degradadas de la zona de estudio (fig. 2.7).

Mapa de hidrología superficial y áreas de protección de la zona de estudio (fig. 2.9).

Mapa de vigor de la vegetación de la zona de estudio (fig. 2.11)

El mapa resultante permite realizar una lectura más integral de cómo se relacionan las características ambientales del sitio para definir un posible modelo de ocupación. Las clases resultantes así como las restricciones que presentan son las siguientes:

- *Clase 1. Nula aptitud para la expansión urbana.*

Las restricciones son: la pendiente, hidrología superficial y la vegetación. Al establecerse en esta clase las limitantes del terreno como un conjunto, implica que su uso urbano no es viable y que supondría una transformación significativa en el sistema natural.

- *Clase 2. Baja aptitud para la expansión urbana.*
Las restricciones son: la pendiente y la vegetación. La posibilidad de un uso intensivo de tipo urbano implicaría un daño grave, por lo cual se deberá calcular que los costos-beneficios sean razonables.
- *Clase 3. Moderada aptitud para la expansión urbana.*
La restricción en el aprovechamiento de estos sitios está determinada por la existencia de vegetación natural la utilización continua de estos sitios podría provocar la degradación de los ecosistemas.
- *Clase 4. Alta aptitud para la expansión urbana.*
No existen restricciones para el uso urbano es factible la introducción de infraestructura y las afectaciones a los recursos naturales son prácticamente nulas.

El conocimiento de cada uno de los componentes o variables utilizados permitió describir las condiciones del territorio como un gran sistema, así como realizar un diagnóstico integrado.

Los resultados analizados permiten establecer el mapa obtenido mediante el operador SUMA, como el insumo para determinar hacia donde se deben de dirigir las posibilidades de expansión urbana y guiar la toma de decisiones, considerando para ello los usos que se le deberán de asignar a cada una de las categorías resultantes.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS.

Análisis e interpretación de los resultados de trabajo.

El objetivo planteado en el presente trabajo fue delimitar zonas con potencial de uso urbano-turístico, con base en un diagnóstico integrado de aptitud del territorio que dió como resultado áreas con distintos valores en función de la aptitud que presentan.

La etapa de conocimiento conllevó la realización de la caracterización ambiental y el diagnóstico de los elementos físico-geográficos que se consideraron primordiales para la continuidad del sistema natural, y a partir de ello, se sintetizó el trabajo en un diagnóstico integrado que permitió establecer ejes de planeación a escala local para el uso urbano y su crecimiento futuro.

El diagnóstico integrado involucró el uso de operaciones y técnicas de análisis espacial mediante un sistema de información geográfica. La metodología utilizada correspondió a una sobreposición de mapas, en donde los resultados obtenidos se presentaron como un sistema de valores y se indicaron las restricciones y/o limitaciones para el uso urbano.

En las operaciones realizadas el valor de los mapas es equitativo, no existe un mapa o variable que tenga un mayor valor por lo que no existe posibilidad de determinar en qué forma se deberán presentar los valores finales, esto implica que la automatización de las operaciones realizadas en el sistema de información geográfica requiera de un proceso post-clasificador de interpretación de resultados.

Las ventajas que ha mostrado esta sobreposición de mapas ha sido la incorporación de diversas variables con relativa facilidad y considerando para ello tanto los lineamientos establecidos en los instrumentos de planeación del municipio y del estado, como las características físico-ambientales observadas bajo un criterio y conocimientos profesionales.

Esta metodología no representa una solución definitiva a los problemas del territorio, es un método que sirve como referencia en la evaluación de las diversas alternativas resultantes; en el ámbito de la Geografía y del ordenamiento del territorio, el estudio de estas posibilidades permite proveer de conocimientos sobre el adecuado aprovechamiento del mismo.

La construcción de un mapa de aptitud del suelo para la expansión urbana mediante el método de sobreposición de mapas y utilizando el operador SUMA, fue el resultado del diagnóstico integrado del sitio, así como una herramienta para definir usos y recomendaciones en el aprovechamiento del territorio. A continuación se señalan las clases resultantes y las restricciones que cada una presenta, y por ende, las recomendaciones que se señalaron para una ocupación y utilización sustentable del territorio:

- *Clase 1. Nula aptitud para la expansión urbana.*

Las restricciones para utilizar estos espacios para la expansión urbana son la pendiente, hidrología superficial y la vegetación.

En el caso de las pendientes, éstas se ubican en un rango por arriba del 35%, por lo que el aprovechamiento del terreno para asentamientos humanos no es viable ya que estas zonas se consideran de riesgo alto a muy alto.

En lo referente a la hidrología superficial en esta categoría se concentran los cuerpos de agua, cauces (corrientes continuas) y escurrimientos (escurrimientos intermitentes); con sus respectivas áreas de protección, por lo que deberá evitarse cualquier obstrucción o intervención que impida la continuidad de los procesos hidrológicos al interior del sistema.

En cuanto al uso de suelo y vegetación, en estos espacios hay presencia de selva mediana subcaducifolia entremezclada con palmar, con un alto vigor, lo que indica que estos recursos naturales están bien conservados y deberán protegerse de posibles alteraciones.

La integración en esta categoría de las tres variables que limitan el desarrollo urbano, permite establecer que las propias características del territorio justifican mantener su estructura original. Con el fin de prevenir un desastre relacionado con la vulnerabilidad de estos espacios ante peligros o amenazas naturales, que podrían convertirse en riesgos de desastre en una situación de ocupación humana, el aprovechamiento recomendado para esta zona es la preservación.

- *Clase 2. Baja aptitud para la expansión urbana.*

Las restricciones en esta clase son la pendiente y la vegetación.

Las pendientes en estas áreas se ubican en un rango por arriba del 35%, por lo que son consideradas de riesgo alto a muy alto, imposibilitando los asentamientos humanos.

La vegetación muestra un alto vigor y hay presencia de selva mediana subcaducifolia entremezclada con palmar, estas características son indicadores de un ecosistema con buen grado de conservación el cual deberá protegerse de posibles alteraciones.

La relación existente entre pendiente y vegetación implica que una alteración en la masa vegetal conlleve posibles riesgos de desastre. La pérdida de especies vegetales con el fin de aprovechar estas áreas para la expansión urbana pondría en riesgo el sistema natural y los asentamientos humanos. El aprovechamiento recomendado para estos espacios deberá estar dirigido hacia la protección de los recursos naturales.

- *Clase 3. Moderada aptitud para la expansión urbana.*

La condicionante del uso de estos sitios para la expansión urbana es la existencia de selva mediana subcaducifolia, palmar, manglar y cedral; la presencia de estos ecosistemas conlleva su protección ante posibles alteraciones que modifiquen gravemente su estructura.

Los asentamientos humanos deberán estar condicionados y limitados para prevenir posibles impactos ambientales y paisajísticos en el territorio, por lo que se deberá priorizar la preservación de los ecosistemas.

La recomendación para el aprovechamiento de estas áreas va encaminada a un manejo responsable a través de usos forestales, agroforestales y/o agrícolas, en donde las actividades estarán condicionadas a mantener los bienes y servicios ambientales que proveen los ecosistemas así como sus procesos ecológicos.

- *Clase 4. Alta aptitud para la expansión urbana.*

En esta categoría no existen condicionantes físico-ambientales que limiten el uso urbano con fines habitacionales-turísticos. Si bien el rango máximo de pendiente que se puede encontrar es de 35%, éste representa un riesgo medio para los asentamientos humanos.

La recomendación de aprovechamiento va dirigida al uso urbano, sin embargo las propuestas de desarrollo urbano que se realicen deberán considerar un manejo

responsable y respetuoso del entorno, ya que las áreas que rodean a esta zona urbana se caracterizan por pendientes altas, escurrimientos y cuerpos de agua que deberán de protegerse, así como la presencia de diversos ecosistemas con un buen grado de conservación que habrán de preservarse.

El objetivo del diagnóstico integrado está encaminado a realizar propuestas para el desarrollo urbano turístico-habitacional, la construcción de obras de infraestructura, así como la dotación de servicios y equipamiento, ello considerando ante todo la utilización racional del territorio dentro de un concepto de conservación y protección de los ecosistemas que minimice cualquier daño o degradación al sistema natural.

Partiendo de las categorías obtenidas se realizó una descripción de las características y usos para cada clase:

- *Clase 1. Actividades de preservación (nula aptitud para la expansión urbana).*
Esta clase representa cerca del 6% del área de estudio y se define como una zona que está destinada a preservar sus características físicas-ambientales. La localización de estas zonas se encuentra hacia el norte-noreste de la localidad de San Francisco, delimitada en la mayoría de los casos por las zonas destinadas a protección y las zonas agroforestales.
- *Clase 2. Actividades de protección (baja aptitud para la expansión urbana).*
La superficie que ocupa equivale al 36% del área de estudio y la aptitud resultante implica que sólo se realicen propuestas urbanas encaminadas a la infraestructura más indispensable, en tanto que la principal actividad estará enfocada a proteger el sistema natural. Su presencia se concentra al norte-noreste de San Francisco, en zonas de lomeríos y laderas de montaña; existe además una presencia mínima de esta categoría hacia el este del poblado, en colindancia con la carretera.
- *Clase 3. Actividades agroforestales (moderada aptitud para la expansión urbana).*
Estas áreas equivalen al 40% de la superficie estudiada y se encuentran restringidas por la presencia de ecosistemas y el vigor de los mismos. Las actividades urbanas que se realicen deberán considerar un manejo adecuado de la vegetación, procurando la conservación de las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Su presencia está ampliamente distribuida en el área de

estudio, aunque presenta un patrón de concentración en los piedemonte y algunas áreas de planicie.

- *Clase 4. Actividades de desarrollo urbano (alta aptitud para la expansión urbana).* Son áreas sin restricciones físico-ambientales para propuestas urbanas. Representan el 17% de la superficie y para el momento del estudio, cerca del 11%, ya estaba ocupada por la concentración urbana del mismo poblado. Su localización coincide con las zonas de planicies cercanas a los arroyos y a la línea de costa, por lo que será necesario considerar la observancia correspondiente en las zonas federales.

Las características descritas en cada una de las clases resultantes, permiten definir al área de estudio como un territorio con una aptitud sobresaliente para actividades agroforestales. La riqueza del ecosistema existente y la presencia de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 condicionan el aprovechamiento de esta zona al establecimiento de actividades económicas que deberán estar en congruencia con un manejo responsable del sitio.

Asimismo, de forma complementaria el territorio muestra una segunda aptitud sobresaliente: la protección de los recursos naturales. Las pendientes del terreno en correlación con la vegetación existente, son limitantes para el emplazamiento de asentamientos humanos, lo que conlleva considerar que estas zonas deberán de protegerse de cambios en su estructura que podrían significar un riesgo para la población y una pérdida significativa de espacios naturales de gran riqueza biológica.

La aptitud para el desarrollo urbano, tema principal del presente trabajo, no resulta ser una característica sobresaliente en los resultados del análisis. La superficie que ocupa la ubica como la tercera aptitud que es viable de fomentarse en el territorio, sin embargo, es la primera en ser impulsada mediante la inversión pública y privada en infraestructura hotelera y de recreación turística.

Estos resultados son una herramienta importante al momento de evaluar las directrices de planeación urbana plasmadas en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas (Gobierno Municipal de Bahía de Banderas, 2002). Si bien el análisis y diagnóstico realizado en el documento señalado y el desarrollado en el presente trabajo

no parten de la misma metodología, se ha realizado la caracterización con base en las determinantes físico-ambientales más relevantes para comprender el territorio.

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) muestra una síntesis de la caracterización mediante unidades ambientales y fichas de diagnóstico, con la finalidad de establecer políticas ecológicas para el desarrollo de las actividades productivas, el crecimiento urbano, la construcción de obras de infraestructura, encaminadas a conservar y proteger los ecosistemas, evitando su deterioro (Gobierno Municipal de Bahía de Banderas, 2002).

En estas unidades ambientales se determina que el poblado de San Francisco se ubica en una zona con vocación para recarga del acuífero y para uso habitacional turístico de baja densidad, en tanto que las zonas aledañas al poblado tienen aptitud para conservación de los recursos forestales y protección de la flora y la fauna silvestres.

Sin embargo, el mismo PMDU determina los aprovechamientos generales o utilización general del suelo (lo que se conoce como zonificación primaria), así como los aprovechamientos específicos o utilización particular del suelo (llamados zonificación secundaria), en forma distinta a lo que se especificó durante la caracterización y definición de la vocación del territorio.

Al momento de estudiar las categorías del análisis de aptitud en paralelo con las zonificaciones del PMDU se puede señalar lo siguiente:

- Las áreas definidas dentro de las clases 1 y 2, ubicadas principalmente al nortnoreste y propuestas para actividades de preservación y protección, tienen puntos coincidentes con lo plasmado en el PMDU.

En las zonificaciones primaria y secundaria, se determina que las áreas naturales destinadas a protección y amortiguamiento se localizan al noreste-este-sur de la localidad de San Francisco.

Sin embargo, el análisis de aptitud mostró que hacia el norte del poblado, cerca de la línea de costa, existen áreas que deberían ser consideradas de protección y preservación, pero el PMDU las ha destinado a usos de tipo habitacional-turístico, adentrándose aproximadamente 500 metros desde la línea de costa.

- Los sitios correspondientes a la clase 3, propuestos para actividades agroforestales no coinciden con lo determinado en el PMDU, en éste las áreas

destinadas a actividad agropecuaria, correspondientes a agricultura de mediana productividad se ubican en las planicies cercanas a los arroyos. En el análisis de aptitud estas zonas están distribuidas ampliamente, con especial énfasis en los piedemonte.

- Las áreas correspondientes a la clase 4, con una alta aptitud para el desarrollo urbano, se ubican en las zonas de planicies cercanas a los arroyos y a la línea de costa.

En el PMDU las áreas de desarrollo turístico, con usos de tipo habitacional-turístico, ocupan una franja de aproximadamente 500 metros, en paralelo a la línea de costa, mientras que las áreas de desarrollo habitacional se localizan al sureste del centro del poblado.

Resalta el hecho de que las áreas de reserva urbana también se localizan al sureste, después de la carretera, lo que ocasiona que este elemento de infraestructura vial se convierta en un borde que rompe la continuidad de la localidad de San Francisco como un único poblado. Aún más importante, se fomenta el desarrollo urbano en dirección a las áreas naturales destinadas para protección y amortiguamiento.

Además del PMDU, existen otros instrumentos de planeación urbana que ya se han mencionado y que inciden en la ordenación del territorio. Estos instrumentos son los Planes Parciales de Urbanización, la revisión de estos planes tienen como objetivo comentar en la medida de lo posible los cambios que están ocurriendo en la localidad y en el medio físico natural por la oferta y demanda de infraestructura y servicios turísticos.

Estos Planes Parciales se localizan en unidades ambientales que fueron caracterizadas como aptas para la conservación de la biodiversidad, lo que implica que estas zonas deberían ser consideradas áreas naturales y, por lo tanto, no urbanizables. Actualmente existen tres Planes Parciales de Urbanización y dos desarrollos inmobiliarios en la localidad costera de San Francisco, con las siguientes características:

- El plan parcial de Bosques de San Pancho se localiza al sureste del poblado, después de la carretera, en una zona destinada mayoritariamente a Bosque Protegido según el PMDU, con una presencia mínima de Área Agrícola.

El límite del área de estudio para el análisis de aptitud, impide que se tenga una lectura de las características del territorio en este plan parcial.

- El plan parcial de Miramar se localiza al sureste del poblado después de la carretera, en una zona destinada a Bosque Protegido y Bosque de Amortiguamiento.

En este caso también fue imposible tener una lectura de las características del territorio en que se ubica el plan parcial, ya que queda fuera del límite del área de estudio para el análisis de aptitud.

- El plan parcial La Joya Vistas se localiza al este del poblado en una zona destinada por el PMDU a Bosque de Amortiguamiento con presencia de Área Agrícola.

El análisis de aptitud muestra que este plan parcial se ubica en una zona con aptitud de baja a moderada para la expansión urbana y en donde se recomiendan las actividades agroforestales.

- El complejo turístico “Desarrollo Cultural y Residencial San Pancho”, se localiza al sur del estero y en colindancia con el Arroyo Charco Hondo, en una zona destinada al aprovechamiento turístico.

El límite del área de estudio dificulta la lectura de este sitio, sin embargo es posible apreciar que esta zona muestra de una baja a moderada aptitud para el desarrollo urbano y en ella se recomiendan las actividades agroforestales.

- El proyecto “Condominio San Pancho”, se localiza al norte del estero con frente a la playa, en una zona definida por el PMDU como corredor urbano costero. Por su localización, es evidente que forma parte del área urbanizada de la localidad de San Francisco en una zona apta para el desarrollo urbano.

Esta interpretación y revisión de los resultados del análisis de aptitud del suelo para la expansión urbana, en paralelo con los instrumentos de planeación vigentes, como son el Plan Municipal de Desarrollo Urbano y los Planes Parciales de Urbanización, deja claro la existencia de conflictos por la incompatibilidad de actividades con respecto a la vocación del territorio.

El mismo PMDU señala que en la localidad de San Francisco, se establecerán lineamientos de control, los cuales buscan limitar la expansión urbana con la finalidad de satisfacer exclusivamente las necesidades de suelo urbano y servicios generados por la dinámica de su población.

Sin embargo, el establecimiento de una zonificación primaria que prioriza el uso habitacional-turístico por encima de las características físico-ambientales del sitio ha conllevado la consolidación de actividades terciarias y el abandono de actividades primarias, en tanto que los recursos naturales se convierten en un atractivo para el desarrollo inmobiliario y dejan de ser áreas de protección y preservación. Aunado a esto, la llegada de nuevos habitantes y una mayor afluencia de turistas incrementará la demanda de servicios, equipamiento e infraestructura,

En lo que respecta a las áreas de reserva urbana para la población de la localidad, se encuentran alejadas del núcleo que constituye el área urbana de San Francisco, en tanto que las áreas destinadas al uso habitacional-turístico se mantienen próximas a este núcleo. Esta situación implica que se rompa la conectividad del poblado y que haya una pérdida de culturas y tradiciones, que son una manifestación de las relaciones sociales que se dan al interior de una comunidad.

Si bien el patrón de ocupación de la costa del Pacífico se caracteriza por el predominio de asentamientos urbano-turísticos, la implementación de políticas de planeación debería estar dirigida al aprovechamiento lógico, coherente y responsable del territorio en donde prevalezca el beneficio local por encima de los intereses de ámbitos superiores.

La importancia que se le atribuye al turismo en San Francisco parece alejarse de lo que en apartados anteriores describimos como turismo sostenible, en donde se busca que la comunidad receptora sea la beneficiada en su calidad de vida y el visitante disfrute de una experiencia de alta calidad, todo ello en un entorno de respeto hacia el medio ambiente.

Bajo estas circunstancias de contradicción y conflicto de intereses, el ordenamiento del territorio tiene por uno de sus objetivos regular e inducir el uso de suelo y las actividades productivas. El análisis de aptitud del suelo para un uso determinado, en este caso el crecimiento urbano, es una herramienta en el ordenamiento del territorio, que tiene por objeto definir cuál es el potencial del territorio para aceptar determinadas acciones o intervenciones antrópicas.

Estas alternativas de uso o actividades a distribuir en el territorio tienen un marco normativo en el Reglamento Municipal de Zonificación y Usos del Suelo de Bahía de

Banderas. Este documento describe las características de las áreas en que se divide o se habrá de dividir el territorio conforme a los objetivos planteados y/o la vocación territorial.

Partiendo de este marco normativo y con base en los resultados obtenidos en el análisis de aptitud del suelo, se realizó la clasificación de áreas dirigida a establecer las actividades de acuerdo con relaciones de complementariedad y compatibilidad, en función de las condicionantes físico-ambientales:

- *Áreas naturales protegidas*: son aquellas que por sus características naturales o paisajísticas deberán preservarse para mantener el equilibrio ambiental. Por lo tanto, en esta categoría se incorporarán las clases 1 y 2 del análisis de aptitud, las cuales muestran una nula y baja aptitud para la expansión urbana, respectivamente; son además recomendables para la realización de actividades de preservación y protección además de ser objeto de estudio e investigación.
- *Áreas rústicas*: son aquellas cuyo uso corresponde principalmente a las actividades del sector primario. En esta categoría queda incorporada especialmente la clase 3, la cual tiene moderada aptitud para la expansión urbana y se recomienda para el desarrollo de actividades agroforestales. En la medida que haya un uso racional del sitio, se incorporaría la clase 2, la cual se recomienda para realizar actividades de protección y muestra una baja aptitud para la expansión urbana.
- *Áreas de reserva urbana*: son aquellas en donde se dispondrá el crecimiento del centro de población. A esta categoría se integrará la clase 4, debido a su alta aptitud para la expansión urbana; con las debidas restricciones se considerará la incorporación de la clase 3, la cual muestra una moderada aptitud para la expansión urbana.
- *Áreas urbanizadas*: corresponden a las áreas actualmente ocupadas por actividades urbanas. En el análisis de aptitud están incorporadas dentro de la clase 4 por su alta aptitud para la expansión urbana.

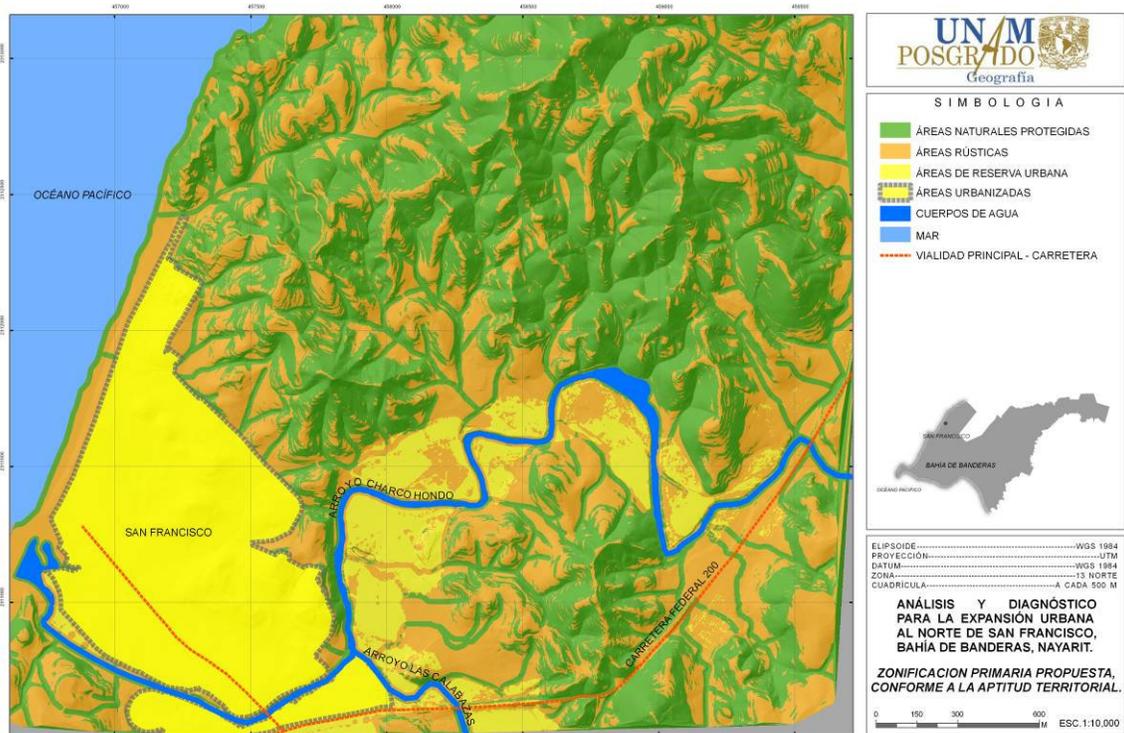


Fig. 3.1 Mapa de zonificación primaria propuesta, conforme a la aptitud territorial de la zona de estudio.

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0.

INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013 versión 6.0

INEGI. Mapa Digital de México.

Levantamiento topográfico de la zona de estudio con equidistancia de 0.50 m entre curvas de nivel.

Mapa de aptitud del suelo para la expansión urbana (operador SUMA). Fig. 2.14

La clasificación presentada conlleva que las Áreas naturales protegidas, en donde se realizan actividades de preservación y protección, se consideren suelo no urbanizable o áreas no urbanizables, definidas como aquellas en donde no se permite el desarrollo urbano. El objetivo de este lineamiento es controlar el desarrollo habitacional-turístico e implementar un aprovechamiento sustentable que permita mejorar las condiciones del medio natural en la localidad de San Francisco y zonas aledañas, entendiendo el concepto de aprovechamiento sustentable conforme lo definido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (2014):

“La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos”.

En las áreas de preservación y protección deberá prevalecer el carácter de espacio no urbanizable, entendiendo que estos espacios deberán estar sometidos a algún régimen que impida su transformación en razón de sus valores paisajísticos, científicos, ambientales o culturales; considerando la continuidad y mejoramiento del medio natural, así como de los valores que lo caracterizan.

El establecimiento de lineamientos en las áreas naturales protegidas deberá estar encaminado a proteger los ecosistemas y especímenes de flora y fauna listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como los elementos ambientales indispensables como estructuras de hábitat, considerando en todo momento la prevención de posibles impactos en el sistema natural.

Lo anterior implica que el aprovechamiento del suelo no urbanizable esté en congruencia con las características descritas de las zonas de preservación y protección, los usos a desarrollar estarán orientados a la protección de los recursos naturales, la educación ambiental y la investigación de los ecosistemas bajo la premisa de evitar todo aquel uso que implique un riesgo o impacto en el sistema ambiental del territorio.

En el caso de las áreas rústicas, éstas presentan una moderada aptitud para el desarrollo urbano y pueden ser consideradas como suelo urbanizable, aunque la caracterización del territorio permite establecer que la actividad urbana estará condicionada a una baja intensidad. El implementar actividades de desarrollo urbano por encima del potencial agroforestal que muestran las áreas rústicas podría ocasionar alteraciones al sistema natural.

El aprovechamiento de estas áreas deberá orientarse a un manejo responsable a través de usos forestales, agroforestales y/o agrícolas previendo un uso responsable de los ecosistemas existentes. Se deberán integrar a las actividades agrícolas aquellas de tipo forestal que permitan diversificar las actividades primarias que tradicionalmente se habían practicado, permitiendo que dentro del aprovechamiento agroforestal existan actividades recreativas, demostrativas y de protección al ambiente en donde se promueva la producción, uso y recuperación de especies nativas.

Las áreas de reserva urbana corresponden a suelos urbanizables en donde, conforme al análisis de aptitud existe un alto potencial para el desarrollo de actividades urbanas. Si bien se ha buscado a través de un diagnóstico integrado que la localización

de actividades no impacte significativamente el medio natural, pueden existir conflictos ambientales no previstos.

En la utilización racional de estos espacios, se deberá integrar una gestión responsable de los recursos naturales y considerar la posibilidad de concurrencia de las otras actividades que se desarrollan en la poligonal de estudio. La implementación de actividades de preservación, protección y agroforestería en las áreas de reserva urbana, permite que mejoren las condiciones del sitio, lo que fortalece la compatibilidad y complementariedad de usos en un espacio apto para ello.

La implementación de usos de suelo en estas áreas deberá estar dirigida hacia el uso habitacional-turístico, dando prioridad a los habitantes de San Francisco y en beneficio de su calidad de vida y de sus relaciones sociales como comunidad. La oferta de servicios turísticos deberá estar en congruencia con las características ambientales del sitio y promover un aprovechamiento respetuoso de estos espacios por parte de los turistas.

CONCLUSIONES.

La realización del presente análisis de aptitud territorial con fines de expansión urbana se inscribe en el tema de la planeación del desarrollo urbano turístico-habitacional de Bahía de Banderas, Nayarit. Este trabajo se encaminó a buscar una alternativa integral de crecimiento urbano en la que se tomara en cuenta la revaloración del entorno ambiental, social y cultural, con base en los principios del desarrollo sustentable y en el marco del ordenamiento ecológico del territorio.

El marco teórico-conceptual del proceso de ordenamiento ecológico del territorio parte de un enfoque sistémico, donde se analiza al territorio de forma integral y sectorial. Se resaltó el desarrollo de la etapa de conocimiento en donde el análisis y diagnóstico están orientados a evaluar el potencial del territorio para el uso urbano.

En este sentido, el presente trabajo requirió del trabajo interdisciplinario y gracias a la integración de conocimientos de otras áreas se logró plantear un proceso metodológico acorde a los objetivos de definir áreas aptas para la expansión urbana, así como plantear soluciones a las dificultades que se presentaron por la falta de información cartográfica actualizada.

Para este trabajo de análisis de aptitud fue de especial interés el examen del medio biofísico y su vulnerabilidad a los cambios que pueda sufrir ante el proceso de urbanización, ya que los recursos naturales y paisajísticos son un atractivo para la inversión urbana con fines turísticos, lo que conlleva la modificación de los ecosistemas, llegando incluso al punto de que su transformación pueda ser definitiva.

La metodología utilizada partió de la selección de las variables más significativas en los procesos de desarrollo urbano, en particular aquellas que limitan o restringen la expansión urbana. Una vez realizada esta selección de variables físico-ambientales se procedió a actualizar la información y se elaboraron las cartas temáticas. El paso siguiente consistió en reclasificar la información y convertirla a formato *raster* para realizar una sobreposición de mapas, mediante la utilización de un sistema de información geográfica.

El resultado de este proceso de análisis de aptitud del suelo fue una cartografía con un gradiente de aptitud territorial que sirve como referencia al seleccionar alternativas de uso para el territorio en congruencia con las características físico-ambientales del sitio.

A las áreas identificadas se les asignó un uso conforme a su potencial y a la zonificación primaria establecida en la normatividad urbana, ello con la finalidad de delimitar claramente hacia dónde se debe dirigir el desarrollo urbano con fines habitacionales y turísticos en la localidad de San Francisco.

Estos resultados aportan conocimientos sobre el uso y aptitud de uso del territorio y resaltan la dificultad que conlleva realizar un análisis y diagnóstico a escalas mayores, cuando la información generada por las instituciones no está disponible a mayor nivel de detalle.

El sentido esencial de la ordenación es el hecho de asignar a cada acción o actividad humana su justo lugar, su justa ubicación, asignarle un tiempo y un espacio, considerando a los actores involucrados, en el marco de alcanzar un uso y aprovechamiento sustentable de los territorios en aras de priorizar la calidad de vida de sus habitantes y de las generaciones futuras.

Con el objetivo de asignar a cada actividad su justo lugar en el territorio, se realizó el presente análisis de aptitud como un método que permitió diagnosticar de forma integral las características, y por ende, las ventajas y limitantes que ofrece el territorio localizado al norte de San Francisco para la expansión urbana.

BIBLIOGRAFÍA.

- Alonso Sarría F. (2006) Sistemas de Información Geográfica. SIG y teledetección en la Universidad de Murcia. [En línea]. España, disponible en: [<http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>] (consultado el 18 de junio de 2014).
- Arriaga, V. y Córdova y Vázquez, A. (coord.) (2007). "Manual del proceso de ordenamiento ecológico". SEMARNAT, México. 356 p.
- Bertalanffy, Ludwig von (1989) Teoría general de los sistemas. Fondo de Cultura Económica, México.
- Bocco, G., M. Mendoza, A. Priego y A. Burgos. (2009) La cartografía de sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. Una revisión de la bibliografía. Serie Planeación Territorial. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Bovet, M. y J. Ribas (1992) "Metodología general de los estudios de paisaje" en De Bolós, M. (dir.), Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones. Colección Geografía. Masson. Barcelona, España.
- Cardoso Jiménez, C. (2006) "Turismo Sostenible: una revisión conceptual aplicada" en El Periplo Sustentable. Número 11, mayo 2006, pp. 5-21, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca.
- Chuvieco E. (2002). Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio. Ariel. Barcelona, España.
- CEN / Congreso del Estado de Nayarit (2007). "Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley de Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano del Estado de Nayarit". Periódico Oficial Órgano del Gobierno del Estado de Nayarit. 1 de septiembre de 2007.
- CONABIO / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2012). Regionalización. [En línea]. México, disponible en: [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html>] (actualizado el día 19 de diciembre de 2008).
- CONABIO / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2014). Portal de Geoinformación Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. [En línea]. México, disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/biomatic/rtp1mgw] (actualizado el 21 de noviembre de 2014).
- CONAGUA / Comisión Nacional del Agua (2006). El agua en México. [En línea]. México, disponible en: [<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EL-AGUA-EN-MEXICO.pdf>] (actualizado el 22 de abril de 2009).
- CONAGUA / Comisión Nacional del Agua (2014). "Ley de Aguas Nacionales" Cámara de Diputados. Leyes federales de México. [En línea]. México, disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_110814.pdf] (actualizado el 20 de agosto de 2014).

- CONANP / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2013). Mapa interactivo de las áreas naturales protegidas federales de México. [En línea]. México, disponible en: [<http://sig.conanp.gob.mx/website/anpsig/viewer.htm>] (actualizado el 10 de abril de 2013).
- COPLADENAY / Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Nayarit (2007) “Programa Estatal de Suelo y Reservas Territoriales de Nayarit”. Periódico Oficial Órgano del Gobierno del Estado de Nayarit. Sexta sección, tomo CLXXXI, número 33. 25 de agosto de 2007.
- Del Castillo, A., (2008) “Los nuevos millonarios de Riviera Nayarit” en Público. 27 de enero de 2008, El tema, pp. 6-9.
- Dirección General de Ecología, Municipio de Benito Juárez (2014). Proceso Metodológico del Diagnóstico. [En línea]. México, disponible en: [http://cancun.gob.mx/ecologia/files/2012/02/PROCESO_METODOLOGICO_DIAGNOSTICO.pdf] (actualizado el 3 de abril de 2014)
- Fernández-Coppel, I. A. y E. Herrero Lorente (2001). El satélite LANDSAT. Análisis visual de imágenes obtenidas del sensor ETM+ satélite LANDSAT. Universidad de Valladolid. Valladolid, España.
- García, Rolando. (1994). “Interdisciplinariedad y sistemas complejos”, en Leff, Enrique (Comp.). Ciencias sociales y formación ambiental. Gedisa Editorial. Barcelona. pp. 85-123.
- Gobierno Municipal de Bahía de Banderas (2002). “Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Bahía de Banderas”. Periódico Oficial Órgano del Gobierno del Estado de Nayarit, sexta sección, tomo CLXX, número 78, 1 de junio de 2002.
- Gobierno Municipal de Bahía de Banderas (2003) “Reglamento Municipal de Zonificación y Usos del Suelo de Bahía de Banderas, Nayarit”. Periódico Oficial Órgano del Gobierno del Estado de Nayarit. Cuarta sección, tomo CLXXIII, número 5. 9 de julio de 2003.
- INADES / Instituto Nayarita para el Desarrollo Sustentable (2004). “Decreto que declara a la Sierra de Vallejo, ubicada en los municipios de Compostela y Bahía de Banderas, Nayarit; como Área Natural Protegida bajo la categoría de Reserva de la Biosfera Estatal”. Periódico Oficial Órgano del Gobierno del Estado de Nayarit. 1 de diciembre de 2004.
- INEGI (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Bahía de Banderas, Nayarit. Clave geoestadística 18020. INEGI, México.
- INEGI (2014). Consulta de datos censales en línea. México, disponible en: [http://www.inegi.org.mx/est/lista_cubos/consulta.aspx?p=pob&c=6] (actualizado en 2014)
- ITAI / Instituto de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Nayarit (2014). Unidad de Transparencia. [En línea]. México, disponible en: [<http://www.bahiadebanderas.gob.mx/transparencia/30/>] (consultado el 10 de junio de 2014).

- LAHDUEN / Ley de Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano para el Estado de Nayarit (2007). Publicado en el Periódico Oficial Órgano del Gobierno del Estado de Nayarit, tercera sección, 19 de mayo de 1999.
- LGEEPA / Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (2015). PROFEPA, Leyes [En línea]. México, disponible en: [<http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/322/1/mx/leyes.html>] (consultado el 1 de noviembre de 2014).
- Mendieta Ocampo J. A. y R. E. Valencia Céspedes (2005). Cartografía básica aplicada. Editorial Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- Palacio Prieto, J. L. y M. T. Sánchez Salazar (2004) “La experiencia mexicana en la elaboración de los Programas Estatales de Ordenamiento Territorial”, en Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. Número 53, pp. 75-97, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- PROFEPA / Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (2010). “NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo”. Normas Oficiales Mexicanas [En línea]. México, disponible en: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/325/1/mx/normas_oficiales_mexicanas.html] (consultado el 1 de noviembre de 2014).
- PROFEPA / Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (2014). “¿Qué es la Zona Federal Marítimo Terrestre?” [En línea]. México, disponible en: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1441/1/mx/que_es_la_zona_federal_maritimo_terrestre.html] (actualizado el 3 de diciembre de 2014).
- Ribas, J. (1992) “Análisis y diagnosis” en De Bolós, M. (dir.), Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones. Colección Geografía. Masson. Barcelona, España.
- SEDUE / Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1988). Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, México.
- SEMARNAP / Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (2000). La gestión ambiental en México, México.
- SEMARNAT / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1996). “Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente”, Diario Oficial de la Federación, 13 de diciembre de 1996.
- SEMARNAT / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico. [En línea]. México, disponible en: [http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/Reg_LGE_EPA_MOE.pdf] (consultado el día 1 de noviembre de 2014).
- SINAT / Sistema Nacional de Trámites - SEMARNAT / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014a). Sistema Nacional de Trámites. [En línea]. México,

disponible en:
[<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/nay/estudios/2008/18NA2008TD004.pdf>] (consultado el 5 de mayo de 2014).

SINAT / Sistema Nacional de Trámites - SEMARNAT / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014b). Sistema Nacional de Trámites. [En línea]. México, disponible en:
[<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/nay/estudios/2011/18NA2011T0013.pdf>] (consultado el 5 de mayo de 2014).

Westen, C. J. van (2004) Herramientas para el análisis de mapas aplicadas a la selección de un sitio para la deposición de desechos. [En línea]. Holanda, disponible en:
[<https://www.itc.nl/external/unesco-rapca/Casos%20de%20estudios%20SIG/10%20Herramientas%20para%20el%20an%C3%A1lisis%20de%20mapas/Herramientas%20para%20el%20an%C3%A1lisis%20de%20mapas.PDF>] (consultado el 18 de junio de 2014).