

CAPITULO IV

IV. VULNERABILIDAD FISICA NATURAL DE LA CUENCA

4.1 Determinación de los Indicadores de Sensibilidad

Los indicadores constituyen una herramienta de comunicación para informar sobre el estado de los Recursos Naturales y la Vulnerabilidad Física Natural de la Cuenca del Río Piura. Por ello, los indicadores responden a tres funciones principales: Simplificación, cuantificación, comunicación.

Los principios bajo los que se rigen los indicadores son los siguientes:

Los indicadores deben ser cuantificables y posibles de analizar en series temporales. Los indicadores deben reflejar la evolución en el tiempo, de forma que puedan analizarse para prevenir o corregir tendencias negativas.

El número de indicadores debe ser reducido. Los usuarios deben familiarizarse con su presentación y significado, para conseguir que sean fácilmente comprensibles por todos los agentes implicados.

Los indicadores deben estar relacionados con los objetivos. De esta manera los indicadores pasan a ser herramientas de gestión que permiten fijar responsabilidades a los agentes que intervienen en la formulación y aplicación de políticas.

Los indicadores ambientales, tomados en cuenta para el Estudio de la Vulnerabilidad de la Cuenca del Río Piura, se han estructurado en torno a tres categorías de indicadores:

a. Indicadores básicos

Se han establecido sobre la base de un modelo Presión – Estado - Respuesta, comprendiendo tanto el estado de los medios como de las presiones, impactos, fuerzas motrices y respuestas dadas por los diversos agentes. Estos indicadores han servido para la determinación del Diagnóstico de la Cuenca, el cual debe realizarse en forma periódica, cada 4, 6, 8 años, dependiendo de la variabilidad climática.

Se puede citar los siguientes indicadores: cuadro N° 1.

En clima, Precipitación y Temperatura. En hidrología, Caudales y calidad de agua. En geomorfología, estabilidad de taludes y procesos de remoción en masa. En cobertura vegetal, Grado de cobertura, tipo de

cobertura. En suelos, nivel de fertilidad de suelos, contaminación de suelos. Etc.

Cuadro Nº 1

Indicadores básicos considerados para la Determinación de la Vulnerabilidad

| Nº | Tema de Estudio | Indicadores |
|----|--|---|
| 1 | Clima y Zonas de Vida | Coeficiente de Variación de la Lluvia Coeficiente de Variación de la PRECIPITACIÓN |
| | | Coeficiente de Variación de Temperatura |
| 2 | Fauna Silvestre | Índice de Diversidad de Especies (Shannon-Wiener) |
| 3 | Cobertura Vegetal | Tipo de Cobertura |
| 4 | Hidrología | Sensibilidad por Sequías |
| | | Sensibilidad por Inundaciones |
| 5 | Geología y Geomorfología | Sensibilidad Física Geomorfológica |
| 6 | Suelos y Capacidad de Uso Mayor | Fertilidad de Suelos |
| 7 | Uso Actual de la Tierra | Disminución de Rendimientos |
| 8 | Infraestructura de Riego. | Caudales de diseño. |
| 9 | Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola | Toxicidad del Grupo Químico |
| 10 | Producción de los Principales Cultivos | Rendimiento |

b. Indicadores de cabecera

A partir de los indicadores básicos se selecciona un número reducido de indicadores que proporciona las tendencias globales de los objetivos ambientales prioritarios establecidos. Además, cuando se hace un estudio integral involucrando a la población y las actividades económicas, estos indicadores relacionan de forma agregada las interrelaciones existentes entre el crecimiento económico y el medio ambiente.

Los indicadores de cabecera son todos aquellos tomados en cuenta para la evaluación de los aspectos temáticos en el diagnóstico actual de la Cuenca del río Piura, podemos citar algunos como precipitación y temperatura en el aspecto Clima, caudales en el aspecto hidrológico, estabilidad y erosión en geomorfología, nivel de fertilidad en Suelos, tipo de cobertura en el tema de Cobertura Vegetal, etc.

c. Indicadores de integración

Miden el nivel de incorporación de la variable Vulnerabilidad Física Natural en las Medidas de Adaptación y la respuesta que deben dar los actores de la Cuenca, tanto desde la base como desde las autoridades responsables de la toma de decisiones para el desarrollo.

Se agrupa en este concepto a los indicadores de mayor importancia tratados a nivel temático, los cuales permiten simplificar los niveles de análisis y permiten plantear un sistema de medidas de adaptación que en forma integral apunten a procesos de adaptación al cambio climático. En este grupo podemos citar indicadores como Sensibilidad Física, Sensibilidad Hidrológica y Conflictos de Uso de la Tierra, los cuales se obtienen a partir de sub-modelos integrados.

4.2 Descripción de las Unidades de Vulnerabilidad Física Natural en la Cuenca del Río Piura

La Vulnerabilidad de la Cuenca del Río Piura está determinada por el grado en el cual el sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del Cambio Climático, incluidos la Variabilidad y los extremos del Clima.

Es pertinente mencionar que está condicionada por el carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y por la variación a la que el sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación.

El sistema tendrá un mayor nivel de vulnerabilidad en la medida que sufra mayores impactos por los efectos del cambio climático, de otro lado su capacidad de adaptación será poco significativa en relación a éstos últimos. Es pertinente mencionar que en la medida que la población se encuentre organizada, para la aplicación de

medidas y procesos de adaptación, el nivel de vulnerabilidad podrá ser atenuado y en el mejor de los casos disminuido.

En la Cuenca, los estudios de eventos extremos como el Fenómeno El Niño (FEN), en relación a la respuesta de la población, especialmente en el sector agropecuario, demuestran que la respuesta fue mucho más “eficiente” durante el FEN 1998 respecto al FEN 1983; por lo tanto el sector fue más vulnerable durante el FEN 1983. Es evidente que son más vulnerables los estratos más pobres de la población que aquellos que tienen un poder adquisitivo mayor.

Las unidades de vulnerabilidad han sido definidas mediante la integración a través del Sistema de Información Geográfica, se inició con integraciones parciales de los aspectos relacionados con la Hidrología, la Geomorfología y el Uso del Territorio, adicionando a ello aspectos como la sensibilidad de la infraestructura de riego y drenaje así como la sensibilidad de los cultivos al cambio climático. Es pertinente mencionar que existen otros aspectos antrópicos, tales como la tala y pastoreo indiscriminado, o el uso de plaguicidas químicos de uso agrícola, los cuales ejercen presión sobre el sistema, e incrementan su sensibilidad permitiendo que aumente el nivel de vulnerabilidad física natural del mismo.

Por tal efecto se describe en forma resumida las integraciones parciales que se han realizado antes de la Integración total para determinar la Vulnerabilidad Física Natural de la Cuenca.

■ Vulnerabilidad Hidrológica

Por ello se tiene integraciones parciales, las cuales se reflejan en el **Mapa de Vulnerabilidad Hidrológica** Mapa N° 22 en ésta primera integración se tiene en cuenta indicadores como la sequía y las inundaciones.

Como resultado del análisis de la vulnerabilidad originada por los recursos hídricos se han determinado siete zonas de vulnerabilidad hidrológica, cuyas superficies se indican en el siguiente cuadro N° 2.

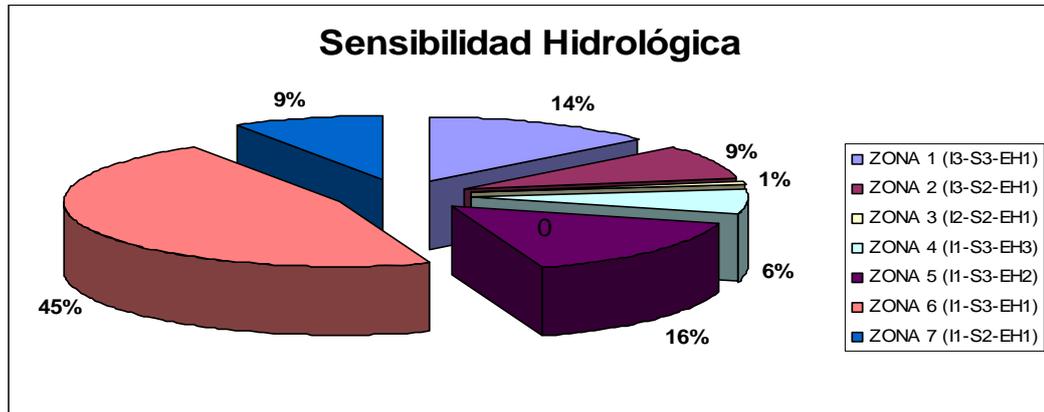
Cuadro N° 2
Zonas de vulnerabilidad hidrológica en la Cuenca del río Piura

| Zona N° | Nivel de Inundación | Nivel de Sequía | Nivel de Erosión Hídrica | Area (Km ²) |
|---------|---------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | Alta | Alta | Baja | 1583 |
| 2 | Alta | Media | Baja | 1015 |
| 3 | Media | Media | Baja | 108 |
| 4 | No hay | Alta | Alta | 683 |
| 5 | No hay | Alta | Media | 1840 |
| 6 | No hay | Alta | Baja | 5401 |
| 7 | No hay | Media | Baja | 1045 |
| Total | | | | 11675 |

La distribución de las siete zonas de vulnerabilidad se puede apreciar en el siguiente gráfico N° 1.

Gráfico N° 1

Distribución de las zonas de Sensibilidad Hidrológica en la Cuenca del río Piura.



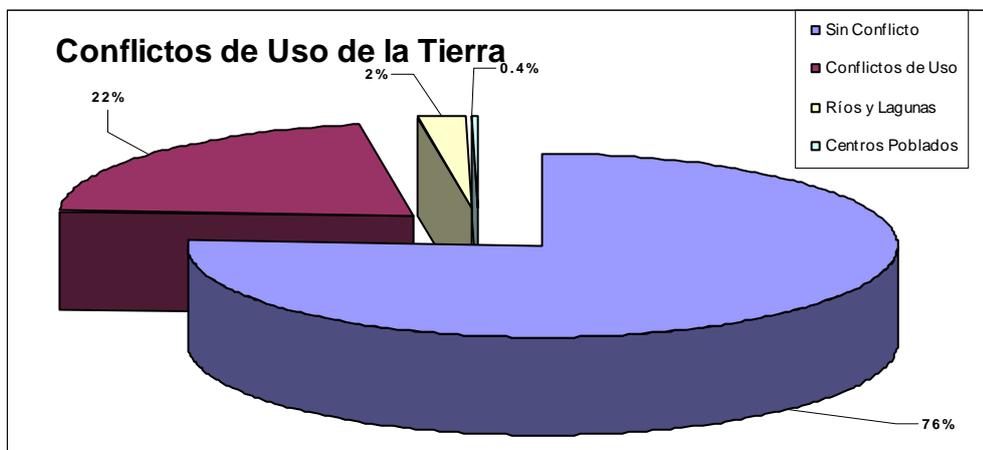
En el gráfico podemos apreciar que la mayor proporción del territorio (45%) corresponde a la Zona N° 6, caracterizada por que no tiene vulnerabilidad por inundación, tiene riesgo por sequía y el nivel de erosión hídrica es baja. El resto de zonas se distribuyen el área en forma relativamente homogénea, destacando la Zona N° 3, caracterizada por que la vulnerabilidad por inundación es media, el riesgo por sequía tiene un nivel medio y el nivel de erosión hídrica es bajo.

■ Conflictos de Uso de la Tierra.

Para obtener el **Mapa de Conflictos de Uso de la Tierra** Mapa N° 20 se ha integrado las coberturas espaciales correspondientes al Uso Actual del Territorio y Capacidad de Uso Mayor de la Tierra. En este Mapa se ha determinado que el 22% del territorio de la cuenca está siendo sometido a un uso que no le corresponde, lo cual incrementa la vulnerabilidad física natural que le corresponde; por ejemplo, se puede citar aquellas áreas de la zona alta de la cuenca que vienen siendo explotadas con cultivos en limpio, como maíz, siendo su uso potencial adecuado según sus características para pastos o forestales. El 76% del territorio de la cuenca indica que no hay conflictos de uso, tal como se aprecia en el Gráfico N° 2.

Gráfico N° 2

Distribución del Territorio en función de los Conflictos de Uso



Es importante resaltar el hecho que los conflictos de uso generan una presión en el sistema, lo cual lo torna mucho más vulnerable a los efectos del cambio climático, si se siembra una especie vegetal en terrenos de ladera con más de 25% de pendiente y esta especie por su naturaleza morfológica y hábito de crecimiento no cubre adecuadamente la superficie del suelo, ésta se verá afectada en mayor grado por la erosión que aquellas que tienen mayor cobertura, como aquella que generan las especies forestales.

■ Vulnerabilidad Geológica – Geomorfológico

Los aspectos relacionados con el material litológico (geología) y la dinámica o procesos que modelan la superficie del territorio de la cuenca (geomorfología), están integrados en el **Mapa de Vulnerabilidad Geológica–Geomorfológico** Mapa N° 22.

En ésta integración parcial se tiene en cuenta aspectos como los procesos geodinámicos que ocurren en la superficie del territorio de la cuenca, tales como los procesos de remoción en masa, activados por la erosión hídrica o eólica, los cuales son más activos teniendo en cuenta características como la pendiente y el grado de cobertura.

Se puede identificar rasgos geodinámicos como: torrentes estacionales, cárcavas, zonas de huaycos activos, zonas de huaycos estacionales, áreas de inundación, áreas de derrumbes, conos aluvionales, conos aluviales, zonas de dunas, escarpes, afloramientos líticos y zonas de erosión ribereña; los cuales permiten valorar el grado de vulnerabilidad que tiene la superficie del territorio de la cuenca.

4.3 Unidades con Vulnerabilidad Baja

■ Descripción General

Presenta sensibilidad geomorfológica baja, Sensibilidad hidrológica baja, No presenta conflictos de uso.

Se puede citar lugares Centros Poblados cercanos a Tambogrande como el Valle de los Incas, o sectores como El Partidor, CP4, 5, 6, 13, 14, Esperanza, Pumacahua. Lugares de Chulucanas como Casanas y Platillos.

■ Sensibilidad Geomorfológica

Presenta sensibilidad geomorfológica baja, Sensibilidad hidrológica baja, No presenta conflictos de uso.

La Sensibilidad Geomorfológico Baja, indica que los procesos geomorfológicos son menos perceptibles existiendo una mayor estabilidad de los componentes del paisaje.

La Erosión Hídrica Baja, lo cual implica que estas zonas tienen una Escorrentía entre 19 – 47 mm. En una pendiente de A (0-4%).

■ Sensibilidad Hidrológica.

Presentan sensibilidad hidrológica Baja, debido a que el peligro por inundaciones tiene un nivel bajo, es decir que son áreas libres por inundaciones que se encuentran en pendientes B-F (>4%).

El peligro por Sequía es Bajo, debido a que hay Ausencia de precipitación y los caudales son menores a 0,003 m³/s, el terreno se encuentra en pendientes de A – F (desde 0 a más de 50% de pendiente).

■ Conflictos de Uso.

No se presenta conflictos de uso, apreciándose que se le da el uso a la tierra de acuerdo al potencial que le corresponde, de acuerdo a las condiciones de humedad, pendiente y ecología en general.

4.4 Unidades con Vulnerabilidad Media

■ Descripción General.

Presenta sensibilidad geomorfológica baja, La Sensibilidad hidrológica es baja a media. Puede o no haber conflicto de uso.

Se localiza mayormente en la zona baja de la cuenca, en el área alrededor de la carretera Piura Chulucanas, Buenos Aires, Malacasí. En la zona media a alta de la cuenca, se presenta en zonas aluviales donde hay peligro de inundación y donde hay conflictos de uso en la zona alta, como Canchaque y San Miguel del Faique.

■ **Sensibilidad Geomorfológica.**

La sensibilidad Geomorfológica es Baja, caracterizada porque Los procesos geomorfológicos son menos perceptibles y existe una mayor estabilidad de los componentes del paisaje.

La Erosión Hídrica tiene un nivel medio, caracterizado por niveles de Escorrentía que oscilan en valores entre 94-131 mm y la pendiente del terreno está en fases C-D (8-25%).

■ **Sensibilidad Hidrológica.**

El grado de sensibilidad Hidrológica es Baja a Media; la Sensibilidad Hidrológica baja fue explicada en el nivel anterior.

La Sensibilidad Hidrológica MEDIA, indica que se presentan niveles de Inundación media, representados por caudales de 1481 m³/s y pendiente A (0 – 4%)

El nivel de sensibilidad por Sequía es Moderada, debido a que se presentan caudales de 0 – 0,003 m³/s, agua subterránea disponible y pendientes de A – B (0 – 8%).

■ **Conflictos de Uso.**

Puede presentar o no conflictos de uso. Se determina conflictos de uso cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para forestales o pastos se siembran cultivos intensivos.

4.5 Unidades con Vulnerabilidad Alta

■ **Descripción General.**

Presenta sensibilidad geomorfológica moderada a muy alta. Sensibilidad hidrológica media, Son evidentes los conflictos de uso.

Se presenta en la zona baja, media y alta de la cuenca en lugares como: Sechura, especialmente en la zona aluvial. También se concentra en la zona media a alta de la cuenca, como: Platanal, Huarmaca, Chalaco, Santo Domingo.

■ **Sensibilidad Geomorfológica.**

Presenta Sensibilidad Geomorfológico Media y Alta, las cuales se describen a continuación.

Sensibilidad Geomorfológico Moderada: Ocurren procesos geodinámicos de moderada magnitud en áreas parcialmente ocupadas por el hombre. Se presenta en todo el litoral y en la parte media y baja de la cuenca; áreas cubiertas con mantos de arena móviles, superficies plano onduladas, superficies planas de origen erosional y parte de laderas de montaña con moderada disección.

Sensibilidad Geomorfológico Alta: Geodinámica acelerada en épocas de alta precipitación o por ocurrencia de sismos de gran magnitud. Abarca laderas de montaña con intensa disección y vertientes montañosas.

La Erosión Hídrica tiene un nivel medio, debido a que la escorrentía está en el rango de Escorrentía: 94 - 131 mm. Las áreas involucradas presentan fases por pendiente C-D: 8 -25%

■ **Sensibilidad Hidrológica.**

La Sensibilidad Hidrológica es media, representada por riesgo de inundación media, debido a la presencia de caudales de 1481 m³/s y pendiente A (0 – 4%)

El riesgo por Sequía es Moderada, debido a que los caudales disponibles son de 0 – 0,003 m³/s, se tiene agua subterránea disponible y pendientes de A – B (0 – 8%).

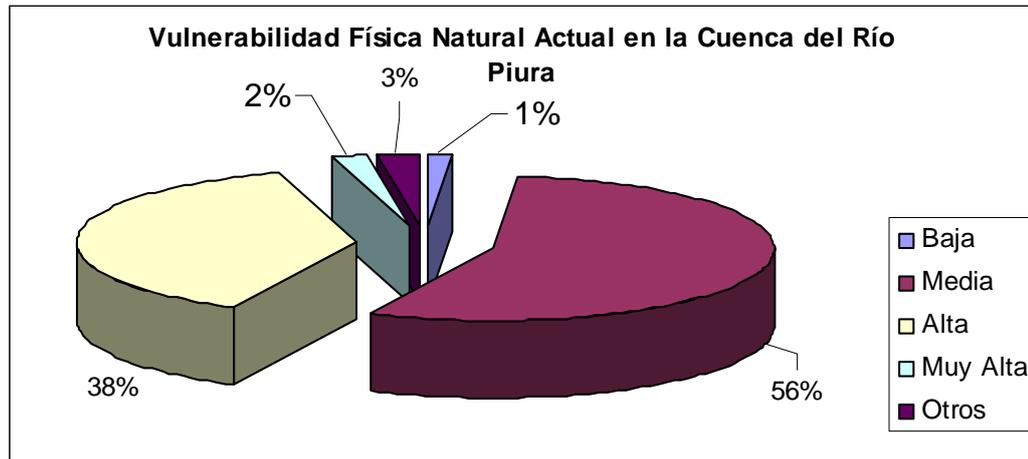
■ **Conflictos de Uso.**

Se determina conflictos de uso en un alto porcentaje del territorio, cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para forestales o pastos se siembran cultivos intensivos. Inclusive en Tierras de protección se ha detectado explotación de pastos y otras especies cultivadas.

4.6 Distribución de la Superficie del Territorio por Unidades de Vulnerabilidad.

Gráfico N° 3

Distribución del Territorio de la Cuenca del Río Piura en función de los niveles de Vulnerabilidad Física Natural.



La distribución del área se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Como se puede apreciar en el gráfico, el mayor porcentaje de tierras presenta un nivel de vulnerabilidad media (56%), siendo el 40% de la superficie de vulnerabilidad alta a muy alta, es en estas tierras donde debe aplicarse en forma prioritaria y urgente un sistema de medidas y procesos de adaptación; los cuales, según las proyecciones a nivel mundial y nacional, podrían agravarse por efecto de la presión que ejercerá el Cambio Climático.

Lo anteriormente afirmado indica que gran parte del territorio está sometido a elementos de presión natural, lo cual se agrava a consecuencia de las actividades antrópicas, es decir que a la inestabilidad física natural, como la que producen los procesos geodinámicos y la sensibilidad por hidrología, se añaden como elementos catalizadores, las actividades humanas que generan conflictos de uso del territorio, degradación de los recursos por uso de sustancias químicas tóxicas, actividades contaminantes como el desecho de sustancias extrañas al ambiente tanto de residuos sólidos como líquidos, etc.

En forma esquemática los niveles de vulnerabilidad física natural, se pueden resumir en el siguiente cuadro.

NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA NATURAL EN LA CUENCA DEL RÍO PIURA

| Nivel de Vulnerabilidad | Descripción General | Sensibilidad Geomorfológica (SG) | Sensibilidad Hidrológica (SH) | Conflictos de Uso (CU) | Ha. | % |
|-------------------------|---|---|--|--|---------------|--------------|
| Baja | Presenta sensibilidad geomorfológica baja, Sensibilidad hidrológica baja, No presenta conflictos de uso. Se puede citar lugares Cercos Poblados cercanos a Tambogrande como el Valle de los Incas, o sectores como El Partidor, CP4, 5, 6, 13, 14, Esperanza, Pumacahua. Lugares de Chulucanas como Casanas y Platillos. | <u>SG: BAJA</u> <u>Baja:</u> Los procesos geomorfológicos son menos perceptibles existiendo una mayor estabilidad de los componentes del paisaje. <u>Erosión Hídrica Baja:</u> Escorrentía: 19 – 47 mm. Pendiente A : 0-4%. | <u>SH: BAJA.</u> <u>Inundaciones Baja:</u> Libre de inundaciones, en pendientes B-F. <u>Sequía Baja:</u> Ausencia de precipitación, caudales menores a 0.003 m ³ /sg, pendientes de A - F. | No se presenta conflictos de uso, apreciándose que se le da el uso a la tierra de acuerdo al potencial que le corresponde, de acuerdo a las condiciones de humedad, pendiente y ecología en general. | 16549 | 1.42 |
| Media | Presenta sensibilidad geomorfológica baja, La Sensibilidad hidrológica es baja a media. Puede o no haber conflicto de uso. En la zona baja de la cuenca, como el área alrededor de la carretera Piura Chulucanas, Buenos Aires, Malacasí. En la zona media a alta de la cuenca, se presenta en zonas aluviales donde hay peligro de inundación y donde hay conflictos de uso en la zona alta, como Canchaque y San Miguel del Faique. | <u>SG: BAJA</u> <u>Baja:</u> Los procesos geomorfológicos son menos perceptibles existe una mayor estabilidad de los componentes del paisaje. <u>Erosión Hídrica Media:</u> Escorrentía: 94 - 131 mm Pendiente C-D : 8-25% | <u>SH: BAJA - MEDIA.</u> <u>SH: MEDIA.</u> <u>Inundaciones Media:</u> Caudal 1481 m ³ /sg y pendiente A (0 – 4%) <u>Sequía Moderada:</u> Caudales de 0 - 0.003 m ³ /sg, agua subterránea disponible y pendientes de A – B (0 – 8%). | Puede presentar o no conflictos de uso. Se determina conflictos de uso cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para forestales o pastos se siembran cultivos intensivos. | 651888 | 55.84 |
| Alta | Presenta sensibilidad geomorfológica moderada a muy alta. Sensibilidad hidrológica media, Son evidentes los conflictos de uso. Se presenta en la zona baja de la cuenca como Sechura, especialmente en la zona aluvial. | <u>SG: BAJA, MODERADA Y ALTA.</u> <u>Moderada:</u> Ocurren procesos geodinámicos de moderada magnitud en áreas parcialmente ocupadas por el hombre. Se presenta en todo el litoral y | <u>SH: MEDIA.</u> <u>Inundaciones Media:</u> Caudal 1481 m ³ /sg y pendiente A (0 – 4%) <u>Sequía Moderada:</u> Caudales de 0 - 0.003 m ³ /sg, agua subterránea disponible y | Se determina conflictos de uso en un alto porcentaje del territorio, cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para forestales o pastos se siembran | 446080 | 38.20 |

| | | | | | | |
|--|---|---|--|---|----------------|-------------|
| | También se concentra en la zona media a alta de la cuenca, como Huarmaca, Chalaco, Santo Domingo. | en la parte media y baja de la cuenca; áreas cubiertas con mantos de arena móviles, superficies plano onduladas, superficies planas de origen erosional y parte de laderas de montaña con moderada disección. <u>Alta:</u> Geodinámica acelerada en épocas de alta precipitación o por ocurrencia de sismos de gran magnitud. Abarca laderas de montaña con intensa disección y vertientes montañosas. <u>Erosión Hídrica Media:</u> Escorrentía: 94 - 131 mm Pendiente C-D : 8-25% | pendientes de A – B (0 – 8%). | cultivos intensivos | | |
| Muy Alta | Presenta sensibilidad geomorfológica alta a muy alta. Sensibilidad hidrológica media a alta. Los conflictos de uso de la tierra son evidentes en gran porcentaje del área. Ocurre mayormente en la zona alta de la cuenca en los distritos de Canchaque, Chalaco, Frias, Huarmaca y Yamango. | <u>ALTA Y MUY ALTA.</u> <u>Muy Alta:</u> Ocurren inundaciones, erosión ribereña, pérdida de áreas agrícolas y daño en áreas ocupadas por el hombre. Comprende todo el Bajo Piura hasta la desembocadura del río, incluida la zona agrícola y la depresión Ramón. <u>Erosión Hídrica Alta:</u> Escorrentía: 161 - 474 mm. Pendiente E-F : 25 >50%. | <u>SH: ALTA.</u> <u>Inundación Alta:</u> Caudal 1481-3500 m ³ /sg y pendiente A (0 – 4%) <u>Seguía Moderada - Alta:</u> Caudales de 0.000 – 0.008 m ³ /sg, y pendientes de B – F (4 >50%). | Se determina conflictos de uso en un alto porcentaje del territorio, cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo se detecta que en Tierras con aptitud para forestales o pastos se siembran cultivos intensivos, en la parte media y alta de la cuenca. | 23554 | 2.02 |
| Otras Áreas (Centros poblados, ríos y lagunas) | | | | | 29430 | 2.52 |
| Total | | | | | 1167500 | 100 |

