

Informe Técnico N° A6787

PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEO-HIDROLÓGICOS DETONADOS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LA REGIÓN PIURA: ANÁLISIS GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO Y DE PELIGROS EN LA CIUDAD DE PIURA Y CENTROS POBLADOS AFECTADOS POR INUNDACIÓN EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA PRESA LOS EJIDOS Y LA UNIÓN



Por:
Manuel Vilchez M.
Norma Sosa S.
Freddy Jaimes S.
Yuly Mamani P.
Luis Cerpa C.
Juan Martínez M.

DICIEMBRE, 2017

PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEO-HIDROLÓGICOS DETONADOS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LA REGIÓN PIURA: ANÁLISIS GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO Y DE PELIGROS EN LA CIUDAD DE PIURA Y CENTROS POBLADOS AFECTADOS POR INUNDACIÓN EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA PRESA LOS EJIDOS Y LA UNIÓN

| | |
|--|------|
| INDICE | Pag. |
| RESUMEN | 3 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2. ANTECEDENTES | 6 |
| 2.1 TRABAJOS ANTERIORES | 8 |
| 3. EVALUACIÓN DE EFECTOS DEL NIÑO COSTERO POR TIPOS DE PELIGRO GEOLÓGICO | 13 |
| 3.1 GENERALIDADES | 13 |
| 4. PELIGROS GEOLÓGICOS QUE OCASIONARON GRAVES DAÑOS A POBLACIONES E INFRAESTRUCTURA | 17 |
| 4.1 ANÁLISIS GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO Y DE PELIGROS EN LA CIUDAD DE PIURA Y CENTROS POBLADOS AFECTADOS POR INUNDACIÓN EN EL VALLE DEL RÍO PIURA EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA PRESA LOS EJIDOS Y LA LOCALIDAD LA UNIÓN | 18 |
| 4.1.1. Características generales | 18 |
| 4.1.2. Aspectos geológicos locales | 20 |
| 4.1.3. Aspectos geomorfológicos locales | 25 |
| 4.1.4. Aspectos hidrogeológicos regionales y locales | 31 |
| 4.1.5. Régimen hidrológico del río Piura | 32 |
| 4.1.6. Peligros geohidrológicos y otros peligros geológicos | 33 |
| 4.1.7. Zonificación de la susceptibilidad a las inundaciones fluviales | 54 |
| 4.1.8. Conclusiones | 57 |
| 5. CUADROS CON DESCRIPCIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS QUE AFECTARON POBLACIONES, CARRETERAS Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA | 59 |
| 6. ESTADÍSTICA DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS QUE AFECTARON A POBLADOS, CARRETERAS Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA | 213 |
| 7. CONCLUSIONES | 217 |
| 8. RECOMENDACIONES | 223 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA | 226 |
| <u>ANEXOS:</u> | |
| ANEXO 1: MEDIDAS CORRECTIVAS | 229 |
| ANEXO 2: MAPAS | 249 |
| - Mapa 1: Zonas Críticas con la presencia del Niño Costero en la región Piura. | |
| - Mapas 2: Susceptibilidad a inundaciones fluviales en la región Piura. | |
| - Mapa 3: Susceptibilidad a movimientos en masa en la región Piura. | |

RESUMEN

El año 2017, en la zona costera central y norte del Perú se presentó un evento climático excepcional denominado “Niño Costero”, caracterizado por la ocurrencia de fuertes precipitaciones pluviales que activaron varios movimientos en masa en la región Piura.

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, como parte de sus funciones inherentes a la contribución como ente técnico-científico parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD); luego de su primer informe o reporte sobre los daños originados a nivel de toda la región Piura presentado en agosto del 2017, creyó conveniente evaluar y elaborar un inventario y caracterización de zonas afectadas por peligros geológicos, realizando un estudio de mayor detalle en la zona más afectada en la región Piura. Uno de los productos que pone en consideración es el informe *“Peligros geológicos y geo-hidrologicos detonados por el Niño Costero 2017 en la región Piura: análisis geológico, geomorfológico y de peligros en la ciudad de Piura y centros poblados afectados por inundación en el tramo comprendido entre la presa Los Ejidos y la Unión”*, que contiene la cartografía de la geomorfología y de los procesos geodinámicos a escala 1:5 000.

En el presente estudio se planteó como objetivos: identificar y caracterizar los tipos de peligros geológicos activados con el Niño Costero y dimensionar los daños producidos; determinar zonas críticas; identificar y zonificar el territorio según rangos de susceptibilidad y peligro por movimientos en masa y procesos geo-hidrologicos; plantear las medidas de prevención o mitigación para asegurar la estabilidad física de zonas urbanas y/o infraestructura vulnerable; contribuir con el ordenamiento territorial; reducir el número de muertos y damnificados por eventos similares en el futuro. Para alcanzar estos objetivos se realizó en gabinete una revisión y procesamiento de toda la información geológica y de peligros geológicos disponible de la región, así como la información recolectada en los trabajos de campo de verificación in situ de los procesos ocurridos y los daños causados.

El análisis geomorfológico, un trabajo importante para el análisis de este tipo de peligros (inundaciones y erosión fluvial), se realizó mediante la interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales de alta resolución disponibles (1961-2017), con lo cual se pudo tener un registro multianual en la variación de las características morfológicas del cauce del río Piura, en la zona seleccionada, para un estudio de mayor detalle como éste. Se interpreta, analiza y grafica las causas que originaron los principales desbordes y erosiones fluviales en la zona urbana de Piura y el Bajo Piura.

Se incluye además un registro de los peligros geológicos y geo-hidrologicos que causaron los mayores daños, presentando un análisis estadístico de frecuencia de los tipos de ocurrencias de peligros en relación a la infraestructura y poblaciones (viviendas) afectadas o destruidas.

El modelo de zonificación de susceptibilidad y peligro a las inundaciones fluviales, se obtuvo mediante el método geomorfológico, que se basa en el reconocimiento de unidades geomorfológicas y la experiencia del geólogo que realiza el estudio, que tiene como insumo de validación la ocurrencia de eventos iguales anteriores.

Como resultado de este estudio se puede concluir que las zonas de mayor susceptibilidad y peligro a las inundaciones fluviales se localizan a lo largo de terrazas fluviales y cauces antiguos del río Piura.

Finalmente se presentan dos modelos a escala 1:100 000 de la susceptibilidad a movimientos en masa e inundaciones fluviales de la región Piura, actualizados con los daños originados por el Niño Costero, los cuales han sido obtenidos mediante la metodología heurística, que implica la superposición de capas o mapas de factores condicionantes, mediante un geoprocesamiento en GIS, en la generación de los respectivos peligros obteniéndose una zonificación del peligro. Se emiten conclusiones y recomendaciones generales que deben ser tomadas en cuenta en los trabajos de reconstrucción que se llevaran a cabo.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) en el marco del cumplimiento de sus funciones, efectúa como ente técnico-científico y parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD) el estudio de los peligros geológicos que afectan a los centros poblados y obras de infraestructura en el territorio nacional, brindando información oportuna en apoyo al Gobierno Nacional, gobiernos regionales, locales y comunidades.

Ante la inusual ocurrencia del evento climático denominado “Niño Costero”, la magnitud del desastre registrado en nuestro país el presente año, el INGEMMET, en cumplimiento del Decreto de Urgencia N°004-2017 Artículo 14.3 y su modificatoria en el Decreto de Urgencia N° 008-2017 Artículo 7 del 21 de abril de 2017 que literalmente dice:

Modifícase el inciso 14.3 del artículo 14 del Decreto de Urgencia N° 004-2017, en los siguientes términos:

*“14.3 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, mediante Resolución Ministerial, podrá declarar las zonas de alto y muy alto riesgo no mitigable en los casos que los Gobiernos Locales no lo hayan declarado. Para tal efecto, se debe contar con la evaluación de riesgo elaborada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres–CENEPRED, **con la información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú–IGP, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico–INGEMMET y la Autoridad Nacional del Agua–ANA, entre otros. Por norma del Ministerio al cual se encuentre adscrito el CENEPRED se establecerán las disposiciones que correspondan**”.*

Se realizaron coordinaciones con los organismos señalados en los mencionados decretos de urgencia Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; CENEPRED; así como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones manifestándoles nuestra disposición a realizar los trabajos, de nuestra competencia. Disponiendo la realización de evaluaciones geológicas-geodinámicas en las zonas afectadas por este evento meteorológico. Para ello se designó tres brigadas de dos geólogos a la región Piura, para identificar, evaluar y analizar las zonas desde el punto de vista geológico-geomorfológico, los tipos de procesos geodinámicos y geohidrológicos que sucedieron como resultado de las fuertes precipitaciones pluviales y el incremento del caudal de los ríos y quebradas, principales causantes de los daños.

Los trabajos en la región Piura se sectorizaron en tres áreas, del cual se dispuso de dos profesionales geólogos en cada una de ellas:

- Manuel Vilchez y Norma Sosa: Piura, Sechura, Catacaos, Chulucanas, Morropón, Salitral; carreteras de interconexión.
- Fredy Jaimes y Yuli Mamani: Sullana, Tambogrande, Las Lomas, Sapillica, Ayabaca y Pacaybamba; carreteras de interconexión.
- Luis Cerpa y Juan Martínez: El Alto, Talara, Paita, Bajo Chira; carreteras de interconexión.

Los trabajos de campo fueron realizados en campañas de 25 a 30 días y fueron supervisados por el Mag. Ricardo Aniya K. Los informes fueron revisados por la Jefatura de la DGAR y el Coordinador de Geología del INGEMMET especialistas en riesgo geológico.

La información geocientífica que se consigna en el presente estudio, resultado de nuestros trabajos de campo y gabinete, servirá de orientación en los trabajos y proyectos que emprenderá la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, la cual se pone a su disposición, así como a los Ministerios de Vivienda y Construcción, Transportes y Comunicaciones, Defensa, Agricultura, Educación y Salud, Autoridad Nacional del Agua (ANA), Gobierno Regional de Piura e instituciones del SINAGERD.

2. ANTECEDENTES

El Niño Costero que se presentó en la costa peruana se manifestó con fuertes lluvias, ocurridas desde fines del mes de enero del presente, abarcando de sur a norte los departamentos entre Ica hasta Tumbes, afectó a miles de personas y causó daños en diferentes magnitudes a viviendas, carreteras, líneas de transmisión eléctrica-telefónica, obras de infraestructura vial e hídrica; principalmente por el desborde de ríos y activación de quebradas que permanecen secas por largos periodos.

La fuerte intensidad y magnitud de las precipitaciones pluviales no se registraban desde hace 19 años (Fenómeno El Niño 1997-1998), y que, por las fuertes lluvias asociadas y daños causados similares a las de un fenómeno El Niño, se le denominó Niño Costero, por ubicarse además frente a las costas de Perú y Ecuador.

Cuando ocurre un fenómeno El Niño extraordinario, la temperatura del agua del mar aumenta en toda la franja ecuatorial del océano Pacífico, hasta la costa norte de Estados Unidos y los efectos se sienten en todo el mundo (Ej. Lluvias amazónicas débiles en India, inviernos más fríos en Europa, tifones en Asia y sequías en Indonesia y Australia; WWF, 2017). Pero cuando este calentamiento en las aguas del mar se da solo en las costas de Perú y Ecuador, las anomalías como lluvias fuertes, se restringen a estos dos países, denominándosele a este evento “Niño Costero”.

Se puede hacer el seguimiento de la evolución de este evento frente a las costas del Perú revisando los comunicados oficiales proporcionados por el comité multisectorial encargado del “Estudio Nacional del Fenómeno el Niño” (ENFEN), así se tiene:

- En un primer comunicado del 16 de enero, se manifiesta que la temperatura superficial del mar (TSM) frente a la costa peruana tenía un aumento ligero por encima del promedio, y da la probabilidad de un 30% de ocurrencia de un “Niño Costero débil”.
- Un segundo comunicado del 24 de enero considera condiciones favorables para que se dé un evento “El Niño Costero débil” para el presente verano e inicia un estado de vigilancia.
- El tercer comunicado del 02 de febrero, señala que se consolidaron las condiciones para un evento El Niño Costero débil, con condiciones que favorecen un aumento de la frecuencia de lluvias de magnitud fuerte, especialmente en la costa norte del país, por lo que establece pasar a un estado de “Alerta de El Niño Costero”. La condición de un evento costero débil continuó hasta la quincena de febrero, con la probabilidad de ocurrencia de lluvias fuertes.
- La condición cambia de un “Niño Costero de magnitud débil a moderada” a inicios del mes de marzo, asociada a una alta probabilidad de lluvias fuertes en las zonas medias y bajas de Tumbes, Piura y Lambayeque; se mantiene estado de “Alerta de El Niño Costero”.

- Ya en la quincena de marzo el ENFEN le otorga al evento el Niño Costero una “magnitud moderada”, con alta probabilidad de lluvias muy fuertes en las zonas medias y bajas de la costa, principalmente en Tumbes, Piura y Lambayeque hasta el mes de abril, y se mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”.
- Finalmente, en su comunicado 08-2017 del 20 de abril, el ENFEN prevé la continuación del evento El Niño Costero por lo menos hasta el mes de mayo, aunque con menor intensidad respecto al verano y no descarta lluvias aisladas y de moderada intensidad en las zonas medias y altas de Tumbes durante el mes de abril; mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”, pero ya manifiesta la declinación del evento.

Las lluvias fuertes se presentaron en el mes de marzo en Piura; así se tiene principalmente la que inició el día sábado 26 de marzo a las 5:30 pm y finalizó el domingo 27 de marzo a las 8:30 am. Tras 15 horas de lluvia, el río Piura se desbordó, siendo fuertemente afectadas ciudades como Piura y Catacaos. El caudal del río Piura causante de los desbordes el día 27 de marzo, alcanzó 3 016 m³/seg y el máximo caudal soportado por el río Piura en este evento El Niño Costero fue 3 468 m³/seg (presa Los Ejidos), cifra muy lejana a los 4 424 m³/seg medidos el 12 de marzo de 1998 durante el evento El Niño de ese año. Sin embargo, estas localidades no fueron las únicas afectadas, también se produjeron daños en el distrito Tambogrande, en la localidad Froilan Alama en el distrito Las Lomas; en Morroponcito, Santa Rosa y Carrasquillo en el distrito Buenos Aires, entre otros.

En la región Piura, según cifras oficiales del INDECI hasta el mes de agosto, los daños causados por el evento El Niño Costero fueron de 97 708 damnificados, 427 693 personas afectadas, 20 personas fallecidas, 50 heridas y tres desaparecidas. En cuanto a los daños en viviendas se tiene 91 584 afectadas y 22 120 destruidas e inhabitables; 70 instituciones educativas destruidas y 1 035 afectadas; seis establecimientos de salud destruidos y 299 afectados. Los daños en carreteras alcanzan los 416 km destruidos y 1 214 km afectados; 674 km de caminos rurales destruidos y 981 km afectados. El número de puentes destruidos es de 32 y 106 puentes afectados; en la agricultura se tiene 10 408 Ha de cultivo perdido y 16 653 Ha de cultivo afectada (INDECI, 2017).

El impacto de El Niño Costero también se vio reflejada en la economía nacional. Si se observa al Producto Bruto Interno por actividades para el primer trimestre del 2017, el valor agregado bruto de la actividad económica de agricultura, ganadería, caza y silvicultura a precios constantes de 2007 decreció en -0,8% con relación a similar trimestre del año anterior. El subsector agrícola se contrajo en -4,6%, asociado a los menores volúmenes cosechados de algodón rama (-41,5%), limón (-29,2%), caña de azúcar (-18,2%) y alfalfa (-7,2%); asociado a las pérdidas por inundaciones causadas por el fenómeno de El Niño Costero que afectó principalmente las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque, la Libertad y Ancash (INEI, 2017).

Según INEI, en los primeros tres meses del 2017, el PBI de la zona norte se contrajo en 2,1%, la caída más severa de los últimos 33 años.

Revisando las cifras económicas para la región Piura, se puede percibir la influencia negativa del evento El Niño Costero, según datos de INEI para el mes de abril del 2017 en el sector agropecuario, la producción de limón registró 5 792 toneladas y se contrajo en 66,8%, en comparación a igual mes del año 2016, debido a la menor disponibilidad del recurso hídrico, que afectó las plantaciones en los valles de San Lorenzo y Chira, así como por las intensas lluvias que se presentaron en febrero y marzo del presente año. Asimismo, la producción de plátano fue de 13 400 toneladas y se redujo en 35,2% respecto a abril de 2016; también disminuyó la producción de palta (-65,1%), naranja (-28,8%) y papa (-10,6). Esto significó para

el mes de abril una recaudación en tributos internos para la SUNAT de 65 361 000 soles, cantidad menor en 26,9% en comparación a lo registrado en abril del año anterior (INEI, 2017).

Analizando los daños causados en el aspecto socio-económico de Perú, se realiza el presente trabajo de investigación, que busca contribuir al conocimiento de los procesos ocurridos en la región Piura como consecuencia de las fuertes lluvias asociadas al evento El Niño Costero, la ubicación de zonas críticas y la determinación de principales condicionantes que favorecen la ocurrencia de los peligros por movimientos en masa e inundaciones fluviales a los que se encuentran expuestos centros poblados y obras de infraestructura existentes en la región estudiada.

Este conocimiento permitirá proponer políticas, programas y acciones de prevención ante los peligros naturales, así como de los peligros resultantes de los procesos de ocupación territorial; información que constituye la base para el ordenamiento territorial y el desarrollo sostenible de la región.

2.1 TRABAJOS GEOLÓGICOS ANTERIORES

Se han realizado varios trabajos de investigación en la región Piura, los cuales han tratado temáticas como geología, minería, petróleo, geodinámica, contaminación ambiental, ordenamiento ambiental entre otros. Los más notables en orden cronológico son los realizados por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN, actualmente ANA), el Proyecto Binacional Catamayo-Chira, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) (Vilchez *et al.*, 2013); así se tiene:

- La “**Zonificación Ecológica Económica (ZEE) Cuenca Binacional Catamayo-Chira**”, efectuado por el Proyecto Binacional Catamayo-Chira (2005), aportó importantes elementos de análisis para la toma de decisiones frente al manejo integral de la cuenca, lo que constituyó una parte fundamental para el proceso de elaboración del “Plan de ordenamiento manejo y desarrollo de la cuenca Catamayo-Chira.
- El “**Estudio geodinámico de la cuenca del río Piura**” (INGEMMET, 1994), que analizó la ocurrencia y la zonificación de áreas afectadas por movimientos en masa, erosión fluvial e inundaciones en la cuenca del río Piura.
- El “**Estudio Geoambiental de la cuenca del río Catamayo-Chira**” (Vilchez *et al.*, 2006), evaluó la susceptibilidad a los movimientos en masa, peligros geo-hidrológicos y otros peligros geológicos en ambas cuencas; además de aportar un análisis de la línea de base ambiental, de los recursos y potencialidades de dichas cuencas (Vilchez *et al.*, 2013).
- Los reportes de INDECI dan cuenta de 93 emergencias por peligros geológicos y geo-hidrológicos en Piura (entre 1990 y 2010). Como ejemplos de datos relevantes sobre desastres ocurridos por fenómenos naturales, se pueden mencionar procesos de erosión fluvial e inundaciones en las márgenes de los ríos Chira y Piura, que afectaron áreas urbanas, terrenos de cultivo, carreteras, puentes e infraestructura de riego; asociados estos principalmente al fenómeno de El Niño de 1997-98.
- La **Base de Datos geocientífica del INGEMMET (SISBDGEO)**, registraba hasta el año 2016, 1343 ocurrencias de peligros geológicos, de los cuales 972 son peligros por movimientos en masa (deslizamientos, flujos, caídas, etc.), 146 por peligros geo-hidrológicos o hidrometeorológicos (inundación fluvial, erosión fluvial, etc.) y 225

| | | |
|---|--|---|
| <p>(Catacaos)</p> <p>3</p> | <p>El Niño. La zona afectada se encuentra distribuida en unos 6 km del curso del río, entre Catacaos y el puente Independencia. En marzo de 2001, el río Piura destruyó el lado izquierdo del puente Independencia, restringiendo el tránsito hacia Sechura.</p> <p>Se puede producir la destrucción de diques de encauzamiento y pérdida de terrenos de cultivo por desborde del río Piura; también puede resultar afectada la carretera Piura-Sechura, por efectos de erosión. Así mismo, puede ser afectado el puente Independencia.</p> | <p>río. Reforzar defensas ribereñas en estribos y pilares del puente Independencia.</p> |
| <p>Río Piura (Entre Puente Independencia y Fundo La Joya)</p> <p>(Cura Mori-La Arena)</p> <p>4</p> | <p>En un tramo de 6.5 km de longitud del cauce del río Piura se han ubicado cuatro sectores distribuidos en ambas márgenes, afectadas por erosión fluvial. El proceso erosivo socavó y destruyó los diques de contención en longitudes de hasta 2.5 km. Se han colocado espigones y enrocados en los tramos de diques afectados por la erosión.</p> | <p>Mantener limpio el curso del río y realizar el mantenimiento constante en los sectores encauzados con diques. Mejorar y reforzar defensas ribereñas.</p> |
| <p>Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca</p> <p>(Sondorillo)</p> <p>16</p> | <p>Las laderas de los cerros Colorado, Uchupata, San Antonio, Alisal y Loma Larga son afectadas por intensa erosión en cárcavas; las cuales acarrear flujos de detritos pequeños y cortan la plataforma de la carretera en los tramos donde la interceptan. La quebrada Carhuancho acarrea flujos de regular magnitud; por esta quebrada se encausan todos los materiales producto de la erosión en cárcavas, que afecta las laderas superiores de los cerros.</p> <p>Produce la pérdida de la plataforma de carretera, llegando incluso a interrumpirla totalmente, imposibilitando el tránsito hacia Huarmaca.</p> | <p>Colocar trinchos o diques transversales en las cárcavas, para reducir sus efectos erosivos y de profundización. Colocar badenes de concreto en los sectores donde la carretera es cortada por una cárcava.</p> |
| <p>Sector Santa Rosa, desvío a Canchaque</p> <p>(Canchaque)</p> <p>18</p> | <p>El movimiento complejo de tipo derrumbe-flujo activo, en la margen izquierda del río Pusalca, produjo la pérdida total de la plataforma de la carretera que conduce al distrito de Canchaque. Se tuvo que realizar trabajos de rehabilitación de la carretera.</p> <p>Destruyó dos desarrollos de la carretera hacia Canchaque y cortó totalmente el tránsito.</p> | <p>Realizar trabajos de monitoreo en el cuerpo del evento, con el fin de detectar nuevos desplazamientos en la masa inestable.</p> |
| <p>Carretera San Miguel del Faique-Huarmaca</p> <p>(San Miguel del Faique)</p> | <p>El tramo de la carretera entre San Miguel del Faique y Chamelico es afectado por derrumbes y deslizamientos en el talud superior e inferior de la carretera. El substrato de esquistos es afectado por procesos de erosión de laderas en cárcavas, por donde discurren flujos de detritos, que cortan e interrumpen la carretera. En esta zona se ubica la quebrada San Antonio por donde discurren flujos de manera periódica. El año 1983 destruyó una</p> | <p>Colocar badenes en zonas donde la carretera es cortada por cárcavas y quebradas. Colocar trinchos o barreras transversales a los cauces de las torrenteras, para</p> |

| | | |
|---|---|---|
| <p>19</p> | <p>vivienda. El año 2008, el flujo fue de regular magnitud y este tuvo su origen en un derrumbe producido en las cabeceras de la cuenca, cuyo material saturado se encauzó por la quebrada. Los flujos de esta quebrada pueden llegar a cortar el tránsito por la carretera.</p> <p>Una vivienda es afectada en el sector del Higuerón, encontrándose otras cerca de la zona inestable. Las viviendas están ubicadas en los bordes inestables de cárcava y quebradas. El material caído desde el talud superior de la carretera interrumpe el tránsito.</p> | <p>controlar los procesos de socavación y pérdida de terreno. Reubicar viviendas ubicadas dentro y cerca de zonas inestables o afectadas por deslizamientos.</p> <p>Contar con maquinaria pesada a disposición, que permita una rápida rehabilitación de los tramos de carretera afectados.</p> |
| <p>Carretera Morropón Huancabamba (Buenos Aires)</p> <p>35</p> | <p>El tramo de la carretera entre los poblados de Chihuahua y Buenos Aires está sujeto a flujos de detritos, inundación y erosión fluvial. El río Piura en este tramo presenta un curso meándrico, formando varios codos y erosionando ambas márgenes, entre los poblados de Chihuahua y Pueblo Nuevo. Los flujos de detritos excepcionales pueden cortar la plataforma de la carretera, los flujos cruzan también por el poblado de Buenos Aires. Sobre la llanura de inundación se ubican terrenos de cultivo, que son afectados en tiempo de crecida del río Piura.</p> <p>Puede afectar la carretera por tramos. El río Piura puede erosionar las bases del talud inferior de la plataforma de la carretera e inundar terrenos de cultivo ubicados en sus terrazas.</p> | <p>Mejorar defensas ribereñas en las zonas señaladas, colocando gaviones y espigones. Realizar mantenimiento y limpieza de alcantarillas. Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. No construir viviendas cerca de cauces de torrenteras secas.</p> |
| <p>Carretera Morropón Huancabamba, entre Lindero del Ala y Hualas (Buenos Aires)</p> <p>36</p> | <p>La zona está afectada por flujos de detritos y flujos de lodo excepcionales; las torrenteras y quebradas cruzan la carretera. Encontramos, procesos de erosión fluvial en la margen izquierda del río Piura que comprometen tramos de la plataforma de la carretera. Las crecidas del río Seco producen erosión de la carretera, inundaciones e interrumpen el tránsito vehicular.</p> <p>Puede resultar afectada la carretera, por tramos. El río Piura puede erosionar las bases del talud inferior de la plataforma de la carretera.</p> | <p>Mejorar las defensas ribereñas en las zonas señaladas colocando gaviones y espigones. Realizar el mantenimiento y limpieza de las alcantarillas. Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de las torrenteras. No construir viviendas cerca de cauces de torrenteras secas.</p> |
| <p>Carretera Morropón Huancabamba,</p> | <p>La zona es afectada por flujos de detritos y flujos de lodo, que se presentan de manera excepcional; las torrenteras y quebradas cruzan la carretera.</p> | <p>Mejorar las defensas ribereñas en las zonas señaladas,</p> |

| | | |
|---|---|---|
| entre Malacasí y Serrán (Buenos Aires) 37 | También pueden afectar viviendas de poblados asentados en las desembocaduras o sobre depósitos de antiguos flujos. Procesos de erosión fluvial en la margen derecha del río Piura que compromete la plataforma de la carretera. Pueden resultar afectadas viviendas y la carretera Morropón-Huancabamba por tramos. El río Piura puede erosionar las bases del talud inferior de la plataforma de la carretera. | colocando gaviones y espigones. Realizar el mantenimiento y la limpieza de las alcantarillas. Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de las torrenteras. No construir viviendas cerca de cauces de torrenteras secas. |
| Puente Salitral (Salitral) 38 | El proceso de erosión fluvial en ambas márgenes del río Piura, aguas arriba y aguas abajo del puente Salitral puede erosionar sus estribos. Se ha colocado un enrocado en los estribos del puente. Las lluvias de enero-marzo de 2001, destruyeron los accesos al puente. El tránsito por el puente se interrumpió durante las lluvias de enero-marzo de 2001. | Mejorar las defensas ribereñas en las zonas donde inciden las corrientes del río, colocando gaviones y espigones. Reforzar con mayor cantidad de rocas los estribos del puente. |
| Entre Salitral-Bado de Garzas (Salitral - San Juan de Bigote) 39 | El sector está sujeto a flujo de detritos y flujos de lodo, los cuales se activan de manera ocasional a excepcional. Laderas de cerros cortadas por torrenteras de corto recorrido por donde discurren flujos, en cuyas márgenes se ubican los poblados de Piedra Blanca, Alan García, Bigote, Manzanares y Bado de Garzas. Interrumpe el tránsito de vehículos por la carretera Salitral-San Juan de Bigote, puede afectar viviendas ubicadas cerca de las márgenes de las quebradas. | Realizar trabajos de limpieza de cauces de quebradas. No arrojar basura ni desperdicios a los cauces. Realizar trabajos de encauzamiento y construcción de defensas. Reubicar viviendas asentadas cerca de las márgenes de quebradas. |
| Puente Carrasquillo (Morropón) 40 | En un tramo de unos 900 m del río Piura se produce erosión fluvial cuando el río aumenta su caudal. Las lluvias de abril-marzo del año 2001 destruyeron los accesos al puente restringiendo el tránsito hacia el distrito de Morropón. El antiguo puente fue destruido durante el fenómeno de El Niño de 1982-83. Destruyó el puente antiguo y el año 2001, destruyó los accesos al nuevo puente. | Mejorar defensas ribereñas en las zonas donde inciden las corrientes del río, colocando gaviones y espigones. Reforzar los estribos del puente con mayor cantidad de rocas. |

Tomado de Vilchez *et al.*, 2009.

3. EVALUACIÓN DE EFECTOS DEL NIÑO COSTERO POR TIPOS DE PELIGRO GEOLÓGICO

3.1 GENERALIDADES

En términos generales se puede afirmar que en la región Piura como consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales asociadas al fenómeno de El Niño Costero, se detonaron peligros geológicos por movimientos en masa, peligros geo-hidrologicos o hidrometeorológicos y otros peligros geológicos, de los cuales a continuación se presenta una descripción general de la tipología de los eventos identificados durante los trabajos de campo.

3.1.1 Peligros por movimientos en masa

Los movimientos en masa constituyen los procesos geológicos que involucran desplazamiento o remoción de masas rocosas (fracturadas y/o meteorizadas), depósitos inconsolidados, o ambos por efecto de la gravedad. Su ocurrencia en la región está estrechamente ligada a intensas lluvias, sismos y modificaciones antrópicas (factores detonantes); así como, factores condicionantes o intrínsecos tales como la litología, pendiente, morfología, cobertura vegetal, etc.

Los movimientos en masa identificados se han descrito utilizando la clasificación de deslizamientos y en general de movimientos en masa, adoptada por el Grupo de Estandarización de Movimientos en Masa (GEMMA) del Proyecto Multinacional Andino-Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA).

Los tipos de movimientos en masa detonados por las lluvias fuertes del fenómeno El Niño Costero son:

a.- Caída (*Fall*)

La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra un desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Dependiendo del material desprendido se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes, 1996), es decir, con velocidades mayores a 5×10^1 mm/s.

En función al mecanismo principal y la morfología de las zonas afectadas por el movimiento, así como, del material involucrado, los tipos caídas identificados fueron la caída de rocas y los derrumbes.

- Caída o desprendimiento de rocas: ocurre en laderas de montañas y colinas de moderada a fuerte pendiente, frentes rocosos escarpados, montañas estructurales asociadas a litologías de diferente naturaleza (sedimentarias, ígneas y metamórficas), sujetas a fuerte fracturamiento, así como, en taludes al efectuarse cortes en laderas para obras civiles (carreteras y canales).
- Derrumbes: son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. Se presentan a lo largo de taludes de corte realizados

en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de rocas sedimentarias, esquistos y depósitos poco consolidados.

b.- Deslizamiento (*Rotacional slide, Slump*)

Es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desliza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales a su vez pueden ser planares y/o en cuña.

- Deslizamiento traslacional (*Translational slide*), deslizamiento en cuña (*Wedge slide*): La masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996). En un macizo rocoso, este mecanismo de falla ocurre cuando una discontinuidad geológica, tiene una dirección aproximadamente paralela a la de la cara del talud y buza hacia esta con un ángulo mayor que el ángulo de fricción (Hoek y Bray, 1981).

En los casos en que la traslación se realiza a través de un solo plano se denomina deslizamiento planar (Hoek y Bray, 1981).

El deslizamiento en cuña (*wedge slide*) es un tipo de movimiento en el cual el cuerpo del deslizamiento está delimitado por dos planos de discontinuidad que se intersectan entre si e intersectan la cara de la ladera o talud, por lo que el cuerpo se desplaza bien siguiendo la dirección de la línea de intersección de ambos planos o el buzamiento de uno de ellos. La velocidad de los deslizamientos puede variar desde rápida a extremadamente rápida.

- Deslizamiento rotacional (*Rotacional slide, Slump*): En este tipo de deslizamiento, la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla, curva cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es autodeslizante y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.

c.- Flujos (*Flow*)

Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Se tienen los siguientes tipos según Varnes (1978), Hungr et al. (2001), Hungr (2005):

- Flujo de detritos (*Debris flow*): Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 %), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran

cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos. Sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de “u”, trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales. Los flujos de detritos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda. Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes. Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.

La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido, y por naturaleza son capaces de producir la muerte de personas (Hungar, 2005).

- Flujo de lodo (*Mud flow*): Es un flujo canalizado muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados plásticos, cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente (índice de plasticidad mayor al 5 %). El carácter de este tipo de movimiento es similar al del flujo de detritos, pero la fracción arcillosa modifica la reología del material. También se distingue de los deslizamientos por flujo de arcilla, en que el flujo de lodo incorpora agua superficial durante el movimiento, mientras que el deslizamiento por flujo ocurre por licuación in situ, sin un incremento significativo del contenido de agua (Hungar *et al.*, 2001).
- Flujo de tierra (*Earth flow*): Es un movimiento intermitente, rápido o lento, de suelo arcilloso plástico (Hungar *et al.*, 2001). Los flujos de tierra desarrollan velocidades moderadas, con frecuencia de centímetros por año, sin embargo, pueden alcanzar valores hasta de metros por minuto (Hutchinson, 1998). El volumen de los flujos de tierra puede llegar hasta cientos de millones de metros cúbicos. Las velocidades medidas en flujos de tierra generalmente están en el intervalo de 10^{-5} a 10^{-8} mm/s, y por tanto son generalmente lentos o extremadamente lentos.

c.- Reptación

La reptación se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo.

Dentro de este movimiento se incluyen la *solifluxión* y la *gelifluxión*; este último término reservado para ambientes periglaciales. Ambos procesos son causados por cambios de volumen de carácter estacional en capas superficiales del orden de 1 a 2 metros de profundidad, combinados con el movimiento lento del material ladera abajo.

La reptación de suelos y la solifluxión son importantes en la contribución a la formación de delgadas capas de suelo coluvial a lo largo de laderas de alta pendiente. Estas capas pueden ser subsecuentemente la fuente de deslizamientos de detritos superficiales y de avalanchas de detritos.

d.- Movimiento complejo

Se producen por la combinación de uno o más de los tipos de movimientos en masa descritos anteriormente.

3.1.2 Peligros geo-hidrológicos o hidrometeorológicos

Dentro de este tipo de peligros se han identificado principalmente procesos de inundación fluvial.

a.- Inundación fluvial: Peligro natural que se presenta excepcionalmente en la cuenca media y baja de los ríos Piura y Chira, a lo largo de terrazas bajas del río Huancabamba y en quebradas secas de gran extensión; cuando se presenta el fenómeno de El Niño, debido a que la gran cantidad de precipitación caída en zonas de montaña, colinas y pampa costanera, al concentrarse en los cursos de ríos y quebradas sobrepasan sus capacidades de carga, provocando desbordes e inundación de tierras adyacentes.

Los cursos de ríos y quebradas que atraviesan zonas de pendiente mínima (pampa costanera), desarrollan amplias terrazas y llanuras de inundación donde el río divaga, para poder compensar la falta de pendiente y lograr que por él discurren los caudales excepcionales que transporta.

El ensanchamiento del cauce de un río y la destrucción de parte de la llanura de inundación son resultados frecuentes durante la ocurrencia de estos fenómenos.

3.1.3 Otros peligros geológicos

Dentro de esta categoría de peligros se tiene:

a.- Erosión fluvial: Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos, socavando los valles, profundizándolos, ensanchándolos y alargándolos (Dávila, 1999). Los factores más importantes para la ocurrencia de erosión fluvial son, la cobertura vegetal, la geomorfología y el clima.

En la región Piura, en condiciones climáticas normales, la erosión fluvial se produce a lo largo de las márgenes de los ríos Huancabamba y Chira, esto durante los periodos de lluvia, que es cuando los ríos presentan caudales importantes. Esta condición cambia radicalmente cuando se presenta el fenómeno de El Niño, donde se registran precipitaciones intensas, que hacen que se activen quebradas secas y los ríos Piura, Chira y Huancabamba registren caudales elevados, produciendo una intensa erosión fluvial a lo largo de sus márgenes; así como migración y cambios en sus cursos.

b.- Erosión de laderas: este tipo de eventos son considerados predecesoras en muchos casos a la ocurrencia de grandes eventos de movimientos en masa. La erosión de los suelos es producto de la remoción del material superficial por acción del agua o viento. El proceso se presenta gracias a la presencia de agua en forma de precipitación pluvial (lluvias) y escorrentías (escurrimiento), que entra en contacto con el suelo, en el primer caso por el impacto y en el segundo caso por fuerzas tractivas, que vencen la resistencia de las partículas (fricción o cohesión) del suelo generándose los procesos de erosión (Gonzalo *et al.*, 2002).

La erosión hídrica causada por el agua de lluvia, abarca los siguientes procesos:

Saltación pluvial: el impacto de las gotas de lluvia en el suelo desprovisto de vegetación ocasiona el arranque y arrastre de suelo fino, el impacto compacta el suelo disminuyendo la permeabilidad e incrementa escorrentía.

Escurrimiento superficial difuso: comprende la erosión laminar sobre laderas carentes de coberturas vegetales y afectadas por saltación pluvial, que estimulan el escurrimiento del agua arrastrando finos.

Escurrimiento superficial concentrado: se produce en dos formas, como surcos de erosión (canales bien definidos y pequeños), formados cuando el flujo se hace turbulento y la energía del agua es suficiente para labrar canales paralelos o anastomosados; y como cárcavas, que son canales o zanjas más profundos y de mayor dimensión, por las que discurre agua durante y poco después de haberse producido una lluvia. El proceso se da en cuatro etapas: 1) entallamiento del canal, 2) erosión remontante o retrogresiva desde la base, 3) cicatrización y 4) estabilización (Gonzalo *et al.*, 2002).

4. PELIGROS GEOLÓGICOS QUE OCASIONARON GRAVES DAÑOS A POBLACIONES E INFRAESTRUCTURA

El evento climático del Niño Costero significó cuantiosas pérdidas económicas al estado peruano, puesto de manifiesto en la destrucción de vías de comunicación (carreteras y caminos) que paralizaron totalmente el transporte de personas, mercancías y productos; la destrucción y afectación de puentes, redes de agua-desagüe y de transmisión eléctrica; así como también la destrucción de medios de sustento económico basado principalmente en la actividad agrícola para consumo interno y la obtención de productos para la agroindustria.

Con este evento fueron afectadas ocho regiones localizadas entre Ica y Tumbes, donde los daños se centraron en los valles costeros que vierten sus aguas hacia el océano Pacífico entre los 0 msnm hasta los 2 000 msnm aproximadamente; se activaron quebradas secas que no se tenían registros de activación de muchos años, así como ríos principales retomaron sus antiguos cauces y destruyeron todo lo que se construyó sobre de ellos.

De todas estas regiones, Piura fue una de las más afectadas, se sintió el impacto de este evento principalmente en la población, sus viviendas, las vías de comunicación y también en su agricultura. Muchos distritos fueron afectados, sin embargo, los mayores daños se produjeron a lo largo del valle del río Piura, donde la carga de volúmenes de agua sin ser mayores a los registrados en el evento el Niño 1997-1998, causaron inundación por desbordes en zonas residenciales y erosión de terrenos de cultivo; es en este contexto que se hace un análisis de la evolución del tramo del valle comprendido entre la presa de Los Ejidos hasta la localidad de La Unión, entre el periodo temporal de los años 1961 (fotos áreas de ese año) hasta la actualidad (imágenes satelitales). No se puede dejar de mencionar que si bien es cierto en este estudio hacemos referencia a los efectos y daños causados por inundaciones de tipo fluvial, también se produjeron situaciones de emergencia por inundaciones de origen pluvial, en otras palabras, derivada de la acumulación de agua de lluvia a zonas cóncavas y de drenaje deficiente; en muchos de los casos estos dos tipos de génesis u origen de la inundación se presentaron de forma simultánea en algunos sectores de la región.

4.1. ANÁLISIS GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO Y DE PELIGROS EN LA CIUDAD DE PIURA Y CENTROS POBLADOS AFECTADOS POR INUNDACIÓN EN EL VALLE DEL RÍO PIURA EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA PRESA LOS EJIDOS Y LA LOCALIDAD LA UNIÓN

4.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El área seleccionada para el estudio corresponde a un tramo de aproximadamente 44 km de longitud del valle del río Piura, comprendido entre la presa Los Ejidos, al norte y La localidad La Unión, al sur; tramo en donde se produjeron varias situaciones de emergencia que tuvieron que ser atendidas de forma inmediata por el estado peruano para asegurar la seguridad física de las personas que fueron afectadas.

La zona estudiada comprende territorios en los distritos de Piura, Castilla, Catacaos, La Arena, Cura Mori, La Unión y el Tallán, todos pertenecientes a la provincia de Piura, que hace un área de 780 km² (figura 1). Geográficamente, se encuentra entre las coordenadas UTM, Norte: 9435955 – 9402566 y Este: 526280 – 549341.

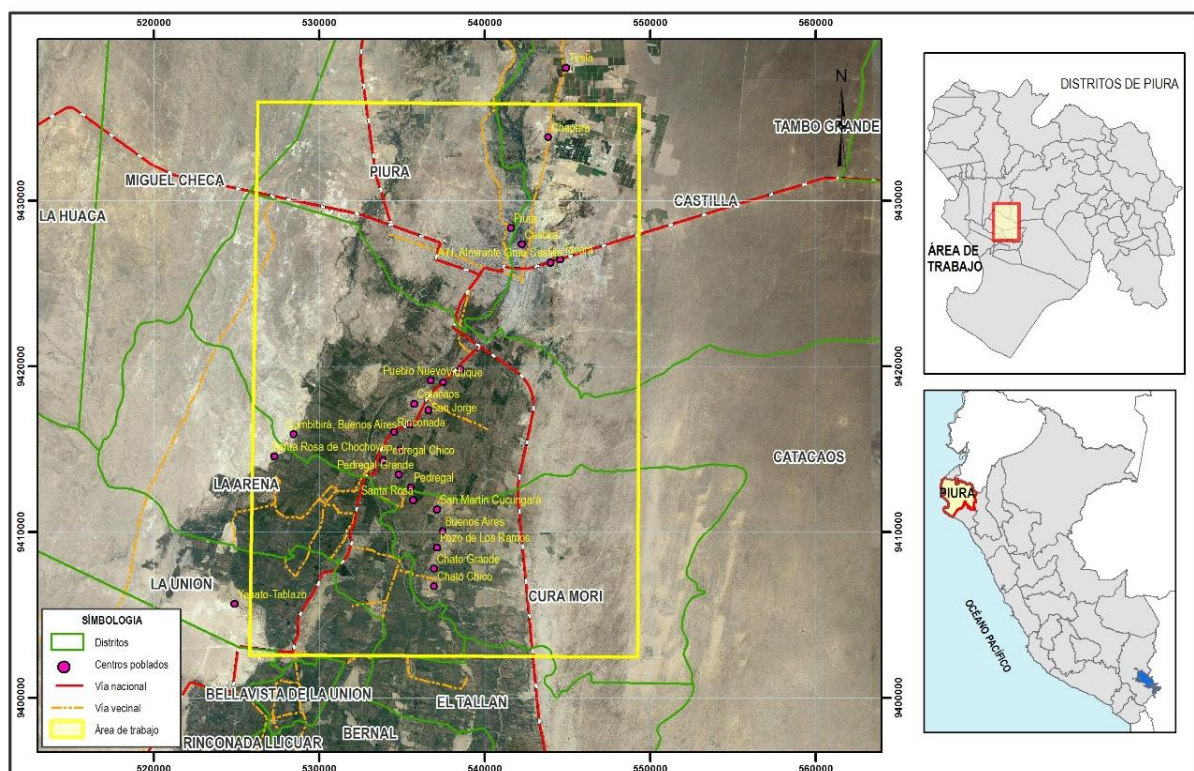


Figura 1: Mapa de ubicación de zona estudio.

En este estudio se hace una descripción y se grafica la morfología del valle del río Piura. Para ello se ha utilizado fotos aéreas del año 1961 e imágenes satelitales de buena resolución disponibles hasta la actualidad; se trata de representar los cambios sufridos por el cauce activo del río (esto dentro de los límites permitidos por la resolución de las fotos aéreas y de las imágenes satelitales utilizadas para este propósito; así como de la cobertura de nubes existente en la zona cuando se tomaron las escenas de las imágenes satelitales de fecha marzo del 2017).

La geografía de Piura se caracteriza por un relieve del suelo no homogéneo, notándose en la planicie costera el predominio de la formación desértica sobre tablazos y pampas (zona donde se ubica la zona estudiada). La franja costera es la más ancha de Perú y alcanza 200 km desde el mar hasta los contrafuertes de la cordillera de los Andes. Entre los desiertos más relevantes se mencionan los de Pabur y Sechura ubicados en el extremo sur-oeste del territorio de la región y son los más cálidos y extensos en Perú y América. Los tablazos son antiguas elevaciones de los fondos marinos, con áreas planas de 30 a 35 km de ancho, constituidos por una mezcla de arenisca y restos fosilizados de animales marinos, cubiertos por arena a manera de mantos de arena movedizos, donde la acción eólica forma pronunciados montículos de unos 60 m de espesor conocidos como dunas (médanos) (Vilchez et al, 2013).

La zona andina, ubicada en el extremo oriental de la región presenta elevaciones que llegan a los 3942 msnm, de clima frío y profundas depresiones con clima cálido, donde nacen los tributarios de las cuencas de los ríos Piura y Chira (vertiente del pacífico), y el Huancabamba (vertiente atlántica). Es principalmente en las vertientes occidentales de la Cordillera Occidental de los Andes hasta aproximadamente los 2000 msnm y en toda la zona de planicie costera donde se localizaron las fuertes lluvias asociadas al Niño Costero, que activaron varios cauces de quebradas secas que fueron los causantes de los daños producidos en la región.

El río Piura forma parte de la red hidrográfica de la región, siendo uno de los más importantes; este es una cuenca colectora de pequeños ríos y quebradas en la zona serrana, con 282 km de extensión aproximadamente. La superficie total de la cuenca abarca un área de 12 220,7 km², siendo su área de recepción de 4823,4 km², hasta el punto de control hidrométrico de puente Ñácara (Vilchez et al, 2013).

El río Piura tiene un régimen irregular, nace en las sierras de Huancabamba con el nombre de San Martín. Al confluir con el río Chalpa forman el río Salitral, hasta llegar al poblado del mismo nombre, donde toma el nombre de río Piura, cruzando el territorio de la provincia de Morropón. A su paso irriga la región denominada Alto Piura, en donde junto con los pozos de aguas subterráneas atienden a más de 15 000 ha de cultivo. Luego, ingresa a la provincia de Piura para cambiar de rumbo paulatinamente hacia el Oeste a partir de Chulucanas atravesando la zona norte de la provincia, para desembocar en las proximidades del océano Pacífico, cerca del pueblo de Sechura, zona denominada como el Bajo Piura.

El río Piura en el tramo que atraviesa el bajo Piura tiene un curso divagante que se mueve atreves de un valle amplio, que puede alcanzar un ancho máximo de 5 km en el sector Chulucanas, el mismo que se puede estrechar hasta los 210 m cerca de la presa Los Ejidos; este valle está conformado por llanuras inundables, diferentes niveles de terrazas, abanicos y conos de deyección de sus afluentes principales. Los cambios que sufre el curso del río Piura son percibidos principalmente cuando se presentan lluvias excepcionales asociadas al fenómeno El Niño, que traen como consecuencia un gran volumen de agua que el cauce principal no puede albergar y drenar, produciéndose los procesos de erosión e inundación de los terrenos aledaños al curso principal, resultando de esta forma el cambio del curso principal del río, el mismo que permanecerá con esta nueva configuración una vez pasado el periodo de crecida.

El río Piura tiene casi todos sus afluentes en la margen derecha, los primeros tributarios son los ríos Las Tunas y Pusalca, más al norte de la población de Salitral, tiene al río Bigote, Corral

del Medio, Gallega y las quebradas Las Damas, Charanal, Yapatera, Guanábano, Paccha y San Francisco; por su margen izquierda, se tienen algunas quebradas que sólo en tiempo de precipitación excepcional aportan aguas y también son afluentes, entre ellos se tiene a las quebradas Río Seco y Los Tortolitos. Con las aguas del río Piura más las trasvasadas del río Chira se atienden más de 45 000 ha en el valle del Medio y Bajo Piura (Vilchez *et al*, 2013).

La morfología local actual del río Piura en la zona estudiada, muestra un cauce con un ancho máximo de 1 800 m a una distancia de 3,2 km aguas arriba de la presa Los Ejidos. Este cauce sufre una severa reducción en su ancho hasta aproximadamente 210 m, en la presa de Ejidos; a su ingreso a la ciudad de Piura, después de 3,1 km de recorrido, el río Piura llega con una dirección noreste-suroeste al puente Andrés Avelino Cáceres, con un ancho aproximado de cauce de 140 m; donde cambia a una dirección noroeste-sureste, después a norte-sur en una longitud de río de 1,2 km, reduciéndose su ancho de cauce a aproximadamente 118 m a la altura del puente Intendencia y 117 m, en el puente Sánchez Cerro. A partir de este último punto el río Piura retoma una dirección noreste-suroeste; con anchos de cauce de 118 m, en el puente San Miguel y 140 m, en el puente Bolognesi.

El río Piura continúa con una dirección general noreste-suroeste por largos 14.4 km de longitud, atravesando así el puente de la Panamericana Norte en donde el valle activo del río alcanza los 620 m de ancho, hasta pasar la localidad de Catacaos; donde el río adopta una dirección norte-sur en un tramo de 3,1 km de longitud del cauce. En este tramo del valle se localiza el puente Independencia que tiene unos 490 m de ancho; a partir de este punto el cauce adopta una dirección general de sentido noroeste-sureste, con ligeras variaciones a la dirección oeste-este en pequeños tramos. Es así que se puede observar los cambios de dirección del curso y los estrechamientos sufridos en el cauce del río Piura en su recorrido al atravesar la ciudad de Piura.

Entre las lagunas que forman el río Piura cuando sus aguas no alcanzan a descargarse en el océano Pacífico se tienen las de Ñapique Grande y Ñapique Chico, Ramón Grande y Ramón Chico, Mala Vida, ubicadas en la provincia de Piura; que al extenderse y juntarse con las aguas acumuladas en zonas de depresión de la provincia de Sechura forman la laguna La Niña.

4.1.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCALES

En este acápite se describe la estratigrafía de la zona de estudio, se hace el recuento de las rocas que conforman el substrato clasificadas según su edad geológica. Se describe también los depósitos de edad Cuaternaria que cubren la secuencia estratigráfica de la zona de estudio en un gran porcentaje.

4.1.2.1 Estratigrafía

La geología local está representada por unidades geológicas de naturaleza sedimentaria con edades que oscilan entre 23 millones de años hasta la era reciente (Palacios & De la Cruz, 1999). La secuencia inicia con una sucesión de conglomerados y areniscas correspondientes a la Formación Miramar, sobre la cual se tienen depósitos aluviales y eólicos recientes, estos últimos en constante movimiento en algunos sectores (figura 2).

a) Formación Miramar

Su sección típica fue reconocida debajo de los Tablazos, cerca de la localidad de Miramar (entre Sechura y La Unión). La base de la Formación consiste de un conglomerado que está constituido por areniscas arcósicas, de grano fino color amarillo a ocre plomizo, con tintes verdosos, presenta abundantes manchas limoníticas por oxidación, son poco compactas y en algunos niveles son arenas sin cohesión, deleznable que son socavadas fácilmente por la erosión formando cornisas con las capas competentes y duras de los tablazos marinos. La parte media de la secuencia está conformada por niveles de areniscas tobáceas, abigarradas. La parte superior presenta areniscas coquiníferas de grano fino, matriz areno-arcillosa (foto 1); contiene microfósiles de braquiópodos y gasterópodos que permiten asignarle una edad Mioceno.



Foto 1: Afloramiento de areniscas y limolitas color crema-amarillenta que afloran de forma restringida en el sector de Cumbibira, formando colinas y lomadas de baja altura.

b) Tablazo Talara

Los Tablazos son depósitos marinos cuaternarios pleistocénicos que indican las últimas transgresiones de los mares a lo largo de la Costa del Pacífico. Constituyen depósitos escalonados en forma de terrazas. Los Tablazos forman extensas cubiertas horizontales de gran superficie, constituidos por sedimentos clásticos de antiguas plataformas continentales que fueron depositadas por corrientes marinas por un lado y fluviales por el otro; posteriormente, estos depósitos emergieron emigrando la línea de playa hacia el oeste, como manifestación de sucesivas regresiones en costas emergentes (Palacios & De la Cruz, 1999).

El Tablazo Talara es la plataforma más alta de la llanura desértica, en forma de una costra sedimentaria, con tres metros de espesor promedio. Sus afloramientos se extienden desde Mórrope y llega hasta la zona de Talara donde cubre discordantemente al Grupo Talara. Su

litología varía en razón de la distancia del mar y lo constituyen conglomerados lumaquéllicos o lumaquelas poco consolidadas en matriz bioclástica o arenisca arcósica; y en los sectores más orientales están constituidos por conglomerados coquiníferos o coquinas.

c) Depósitos aluviales recientes

Depósitos con gran extensión en el área de estudio, que corresponde a la acumulación en forma de cobertura a lo largo de los valles y llanuras inundadas por las corrientes fluviales, así como abanicos y conos de deyección.

Los cursos fluviales principales, tienen su origen en la Cordillera Occidental, formando la cuenca del río Piura, en donde los depósitos aluviales se han extendido a lo largo y ancho de su valle y sus afluentes en la parte baja, formando abanicos y llanuras de inundación.

Estos depósitos están constituidos por conglomerados con rodados principalmente de cuarcita, arenisca y rocas metamórficas como esquistos, también rocas volcánicas e intrusivas; estos materiales conforman principalmente los abanicos y conos de deyección de los afluentes en la cuenca media del río Piura.

Los materiales que conforman los diferentes niveles de terrazas del curso principal del río Piura, están conformados por conglomerados, arenas, arcillas, pero con espesores que pueden superar los 10 m, teniendo una estratificación lenticular y en algunos casos laminaciones. Por otro lado, los materiales que conforman el relleno del cauce actual del río se constituyen de conglomerados y arenas que decrecen en tamaño, desde las partes altas hasta el valle bajo y la desembocadura donde el predominio es de arenas y limos (foto 2).



Foto 2: Depósitos aluviales en el cauce y terrazas aluviales del valle del río Piura, cerca al puente Andrés Avelino Cáceres, conformado por arenas y limos.

d) Depósitos eólicos

Están constituidos por acumulaciones de arena acarreadas por el viento y que cubre grandes extensiones del área de estudio, cubre los tablazos y secuencias del Neógeno (Formación Miramar) y/o más antiguas.

La dirección de acarreo, es la dirección del viento, de suroeste a noreste; teniéndose como principal fuente de sedimentos, al desierto de Sechura, por donde fluyen corrientes eólicas, que forman corredores de dunas en movimiento.

Se puede diferenciar dos tipos de depósitos: depósitos eólicos antiguos, se encuentran acumulados formando gruesos mantos de arena acarreada por el viento pobremente diagenizados, conforman colinas que se encuentra disectadas por una red fluvial dendrítica. Se encuentran fijados o detenidos por arbustos y matorrales. Los depósitos eólicos recientes, constituyen barcanas en movimiento, dunas gigantes o mantos delgados de arena. En algunos lugares, la migración de las dunas es retardada por la humedad del terreno, ya que una parte de las arenas se fusiona y se colmaban sobre terreno húmedo y salobre. Estas dunas también son detenidas por la vegetación de los valles, y en algunos casos, forman cerros fósiles.



Foto 3: Arenas eólicas pobremente compactadas que se encuentran cubriendo terrazas aluviales del río Piura a manera de mantos de arena, sector de Cumbibirá.

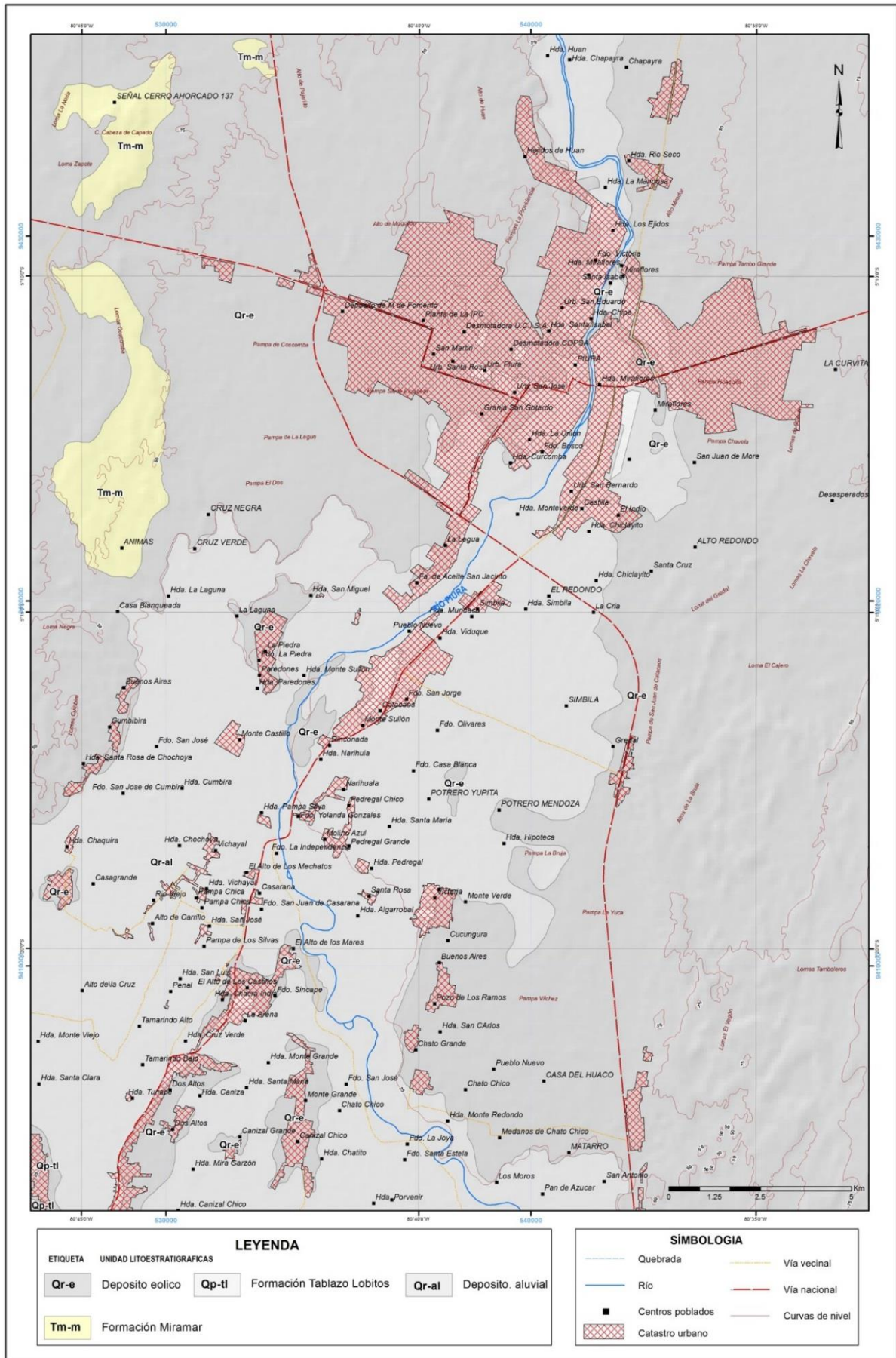


Figura 2: Mapa geológico del área de evaluación (tomado de: Palacios & De la Cruz, 1999).

4.1.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS LOCALES

4.1.3.1 Pendiente de los terrenos

La pendiente de los terrenos es considerada como un aspecto importante en la clasificación de las unidades geomorfológicas que conforman un determinado territorio.

La pendiente es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (SÁNCHEZ, 2002). Es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa como factor condicionante.

De igual forma si hablamos de inundaciones de origen fluvial o pluvial, la pendiente también tiene un rol muy importante, ya que condicionara las zonas que servirán como depósitos del agua de lluvia precipitada, principalmente en terrenos de baja pendiente y que forman concavidades; así también determinara las zonas que servirán como corredores de afluentes de escorrentía y de cursos fluviales propiamente dichos, definiendo áreas de acumulación de excesos de agua debido a la falta de drenaje.

La zona de estudio se encuentra ubicada en terrenos llanos y con suave pendiente, determinados en el estudio de “Riesgos Geológicos en la Región Piura” (Vilchez, *et al.* 2013), los cuales se describen a continuación:

Terrenos llanos (<1°)

Comprende terrenos planos de la planicie costera, planicie disectada y planicie elevada (sectores de Piura, Sullana, Sechura, Paita, Talara, etc.). Estas áreas están sujetas a inundaciones de tipo fluvial y pluvial, especialmente cuando se presenta el fenómeno de El Niño. Los principales peligros que se presentan son flujos de detritos y de lodo, que discurren por torrenteras y quebradas secas que se encuentran cortando los terrenos planos, estas han sido talladas por las precipitaciones pluviales intensas que caen en la zona norte del Perú; también son afectados por la porción distal de los materiales acarreados por los flujos de lodos que discurren por quebradas secas y se depositan en estas zonas planas.

Terrenos inclinados con pendiente suave (1°-5°)

Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen también a lo largo de las zonas de planicies, planicie disectada y planicie elevada, principalmente donde estas presentan ondulamientos (lomadas), también conforman los depósitos de piedemonte que bajan desde los cerros Illescas, cerros de Amotapes y, en general, de las primeras estribaciones andinas de la cordillera occidental de Los Andes.

4.1.3.2 Unidades geomorfológicas

En general, desde el punto de vista morfoestructural el área estudiada se ubica en la zona de pampa costanera, la cual se encuentra disectada por el curso del río.

Las unidades geomorfológicas diferenciadas en la región Piura fueron originadas por agentes tectónicos, erosionales y depositacionales, ocurridos a lo largo de su historia geológica.

Las unidades geomorfológicas del terreno, se diferenciaron de acuerdo a sus características morfológicas, morfométricas, geológicas y a su origen (Verstappen & Van Zuidam, 1991; Martín-Serrano *et al.*, 2004).

Las unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio pertenecen a dos grandes grupos (figura 3):

a) *Geoformas de origen endógeno (erosivas)*: también denominadas geoformas de carácter tectónico-degradacional y denudacional-erosional, relacionadas directamente con la arquitectura geológica, la tectónica y la litología del substrato, consecuencia directa de la actividad endógena o derivada del efecto de la erosión diferencial; así se tiene:

Relieve de colinas y lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs)

Corresponde a afloramientos de roca sedimentaria (Formación Miramar en la zona evaluada), reducidos por procesos denudativos, se encuentran conformando elevaciones alargadas, con laderas de baja a moderada pendiente. Dentro del área evaluada se encuentran en el extremo oeste de la ciudad de Piura (foto 4).



Foto 4: Hacia el fondo de la imagen se puede observar colinas y lomadas modeladas en secuencias sedimentarias de la Formación Miramar, de baja altura y relieve redondeado; sector de Cumbibira.

b) *Geoformas de origen exógeno (acumulación)*: también denominadas como geoformas de carácter depositacional o de agradación, relacionado con los procesos y agentes denudativos, de tipo fluviales o de escorrentía superficial y eólicas; así se tienen:

Llanura aluvial o cauce inundable (Lli)

Son superficies bajas, adyacentes a los fondos de valles principales y al mismo curso fluvial, sujetas a inundaciones recurrentes, ya sean estacionales o excepcionales.

Morfológicamente se distinguen como terrenos planos compuestos de material no consolidado y removible. Sus mejores exposiciones se encuentran en las márgenes de los ríos Piura y Chira (foto 5). Estas áreas inundables son ocupadas por terrenos de cultivo y están sujetas a inundaciones fluviales periódicas y erosión fluvial en sus márgenes o terrazas bajas.



Foto 5: Llanura inundable del río Piura, es posible observar el material fino (arena) acumulado en ambas márgenes; sector Chato Chico.

Terrazas aluviales (Ta)

Son porciones de terreno que se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río. A mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de la profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.

Piedemonte aluvio-torrencial (P-at)

Es una planicie inclinada extendida al pie de estribaciones andinas o de los sistemas montañosos, también se encuentran dentro de los cauces de quebradas secas que cortan la planicie cortera (foto 6). Fue formado por la acumulación de corrientes de agua estacionales, de carácter excepcional, asociados usualmente al fenómeno El Niño.



Foto 6: Quebrada seca que se activa excepcionalmente, en cuyo cauce se encuentra acumulados materiales finos (arena y limo) acarreados por los flujos de lodo que discurren por ellas durante los eventos de fenómeno El Niño.

Mantos de arena (Ma)

Geoforma conformada por la acumulación de arenas eólicas a manera de mantos, los cuales se encuentran cubriendo terrenos planos de la planicie costera (foto 3); dentro de estos mantos se pueden encontrar acumulaciones de arena que forman dunas, algunas de estas se presentan aisladas a manera de dunas fósiles. Estos depósitos durante su avance pueden cubrir terrenos de cultivo, viviendas y carreteras.

Llanura o planicie costera (Ll)

Geoformas que se extienden desde el borde litoral hasta los piedemontes y estribaciones andinas; poseen un relieve plano a plano-ondulado cuya pendiente es menor a 5° , siendo más ondulado en el tramo entre Piura y Morropón (foto 7). Están conformadas acumulaciones de grava, arenas y limos inconsolidados a semi consolidados (en los tablazos), presentan una cobertura de arena eólica estabilizada por la vegetación que crece sobre la geoforma; son muy susceptibles a la erosión pluvial; la planicie posee una vegetación de tipo bosque seco con áreas denudadas.

Las quebradas secas que se observan en este relieve han sido labradas por la acción pluvial en cada evento de El Niño, existen también zonas depresionadas donde se forman anegamientos. En eventos tipo El Niño, las torrenteras secas que cortan esta unidad, se activan y por ella discurren flujos de lodo o grava.



Foto 7: Hacia el fondo de la imagen se puede observar el relieve plano, con ligera inclinación de la planicie costera, disectada por quebradas de corto recorridos por las cuales discurren flujos de lodo; sector de Cumbibirá.

Lagunas, embalses de agua y cuerpos de agua (Lag)

Dentro de esta unidad se reúne a todos los cuerpos de agua de origen natural (lagunas) y artificial (represa Los Ejidos), los cuales tienen dimensiones representables a la escala de trabajo.

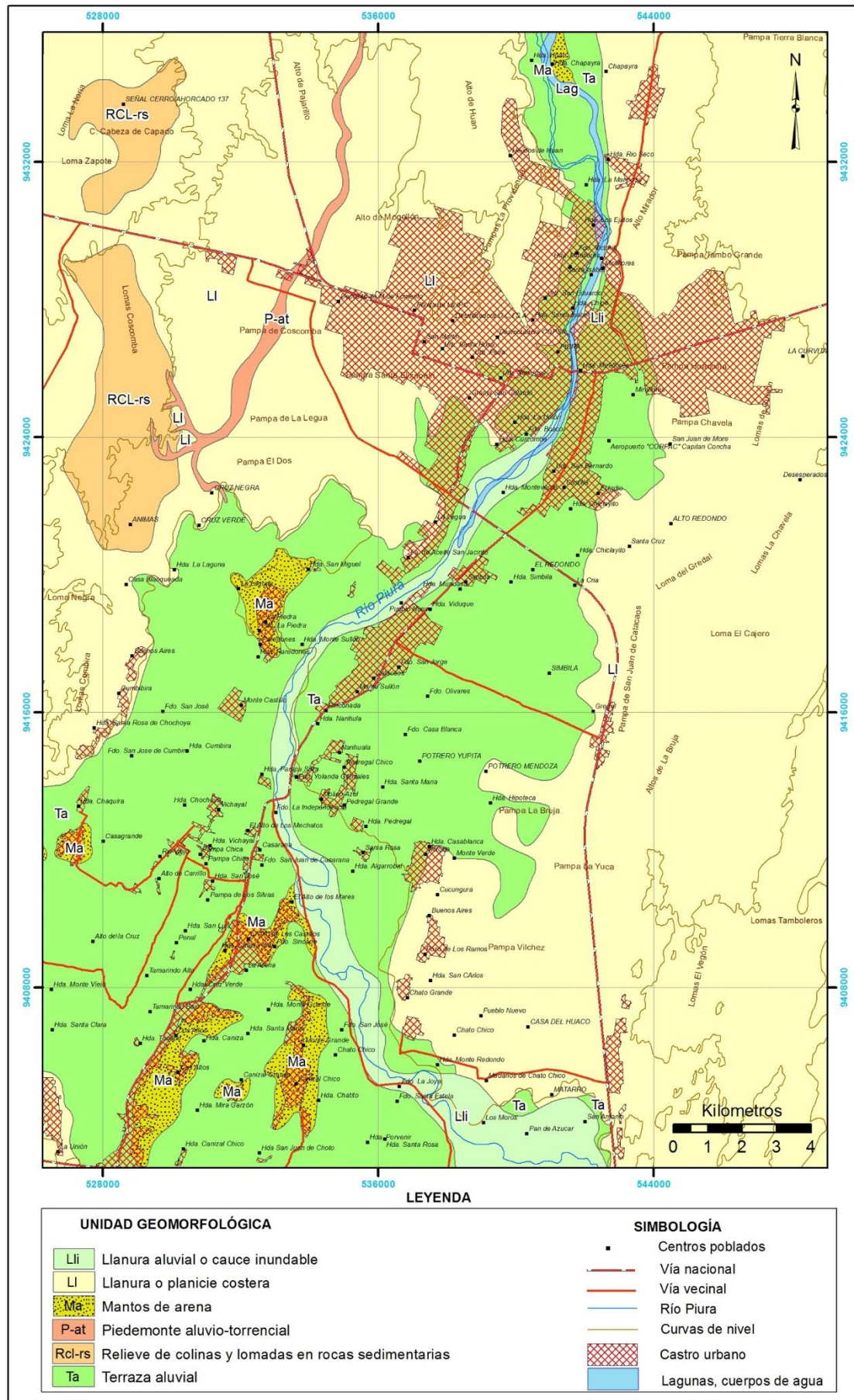


Figura 3: Mapa geomorfológico del área estudiada (tomado de: Vilchez *et al.*, 2013).

4.1.4 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS REGIONALES Y LOCALES

El mapa hidrogeológico de la zona evaluada resume los aspectos más relevantes de las formaciones geológicas que afloran en esta zona, incidiendo en su capacidad de almacenamiento y transmisibilidad de aguas subterráneas que tienen las rocas y suelos. La caracterización hidrogeológica, que considera una formación geológica como acuífero, acuitardo, acuicludo o acuífugo, se ha determinado mediante un análisis detallado de dos variables importantes: las características actuales de la litología y el comportamiento permeable o impermeable de las formaciones geológicas (Vilchez *et al*, 2013).

Las unidades hidrogeológicas en la región Piura, de la cual se extrae la información para la zona evaluada, se realizó a partir de un análisis de lito-permeabilidades, con el objetivo de zonificar las formaciones geológicas más favorables al almacenamiento y circulación de aguas subterráneas. De esa manera las unidades geológicas que afloran en la zona evaluada fueron clasificadas según su litología, estructuras y sus parámetros hidrogeológicos (porosidad y permeabilidad), en las siguientes unidades hidrogeológicas:

Acuíferos

Son formaciones geológicas con capacidad de almacenar y transmitir aguas subterráneas a través de sus fracturas, poros y la interconexión entre estas. En la zona evaluada se tiene a la siguiente clasificación hidrogeológica de los acuíferos tomando en consideración las formaciones geológicas como unidad de análisis:

- a. Acuíferos Porosos No consolidados APNC 1:** dentro de esta importante unidad hidrogeológica se encuentra la llanura costera, la misma que interactúa con los acuíferos por medio de los cursos fluviales. En sectores de gran variabilidad en el cauce, donde aumenta y disminuye el caudal de los ríos, de acuerdo al periodo lluvioso, los cursos de agua alimentan y descargan aguas subterráneas de los acuíferos porosos no consolidados, que se encuentran adyacentes a los ríos principales. Tienen como componente litológica principal las gravas arenosas, con intercalaciones de limos, arcillas y arena. Las gravas poseen buena porosidad y alta permeabilidad, lo cual favorece al almacenamiento y circulación de aguas subterráneas y constituye el componente principal de los reservorios acuíferos.
- b. Acuíferos Porosos No consolidados APNC 2:** dentro de esta unidad se consideraron a los materiales semi consolidados ubicados en forma de plataforma en la llanura desértica de Piura, los denominados tablazos. Estos materiales tienen características permeables y semipermeables, el tablazo Talara es la plataforma pleistocénica más alta de la llanura desértica. Se extiende en las inmediaciones de Talara, Paita y al sur de la región Piura. Está constituida por conglomerados lumaquéllicos o lumaquelas no consolidados en matriz arenosa y salina, tiene forma de costra sedimentaria y grosor de tres metros promedio. El componente permeable y semipermeable de estos materiales, se pone de manifiesto cada vez que ocurre el fenómeno El Niño, cuando los flujos de agua subterránea convergen hacia un punto de surgencia natural, originando un modelo de drenaje flabeliforme (variedad del dendrítico), los mismos que dan lugar a zonas anegadas, lugares encharcados y bofedales temporales.
- c. Acuíferos Sedimentarios:** Estos materiales son heterogéneos, lo componen los conglomerados con clastos redondeados a subredondeados en una matriz de arcillas, limos y arenas. La presencia de limos y arcillas en la matriz reduce la permeabilidad efectiva de estos materiales, pero no la anula. Los clastos son de areniscas grises, marrones y blanquecinas de grano medio a grueso, friables mal seleccionados, intercalados con lutitas.

Se distinguen también limo arcillitas, limolitas grises y areniscas blancas a marrón rojizas. Todas estas litologías se clasifican como materiales sedimentarios permeables, con porosidad primaria importante. La formación geológica considerada dentro de esta clasificación es:

Acuífero Sedimentario Miramar (AS-Mr): Constituido principalmente por arenas, areniscas grises inconsolidadas y pigmentadas con óxido de Fe en un 90 %. Son materiales permeables por porosidad primaria considerados como acuíferos pobres de extensión local. Los espacios vacíos entre granos de arena y las gravas generan el movimiento de las aguas subterráneas, pero este material no es uniforme en toda la formación, en consecuencia, el componente acuífero de estos materiales es limitado. Esta formación se puede observar en la zona evaluada en el extremo oeste de Piura y Catacaos a ambos lados de la vía Piura–Paita.

4.1.5 RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO PIURA

En lo que respecta al régimen de caudales, durante el evento de El Niño 1997-98, el caudal medio en el río Piura registrado en la estación hidrológica puente Sánchez Cerro, alcanzó un valor de 601.1 m³/s, caudal superior en 721 % respecto de su valor normal; también fue superior en 46% respecto del Niño 1982-83. Los caudales se incrementaron desde diciembre de 1997 hasta abril de 1998 con valores cercanos a los 1 700 m³/s para descender en mayo de ese mismo año. En 1982-83 el caudal se incrementó notablemente a partir de enero del 83 prolongándose hasta mayo e inclusive junio. El caudal máximo instantáneo para el período diciembre-marzo 1997-98, fue de 4424 m³/s, registrado el 12 de marzo; mientras que en 1982-83 fue de 2478 m³/s, registrado el 30 de marzo de 1983 (Corporación Andina de Fomento, 2000).

Para el periodo enero-agosto 2017, el caudal promedio mensual fue de 1 317 m³/s, registrados también en la estación hidrológica puente Sánchez Cerro (grafico 1), un promedio menor que el registrado durante el mes de marzo de 1997 (El Niño 1997-98).

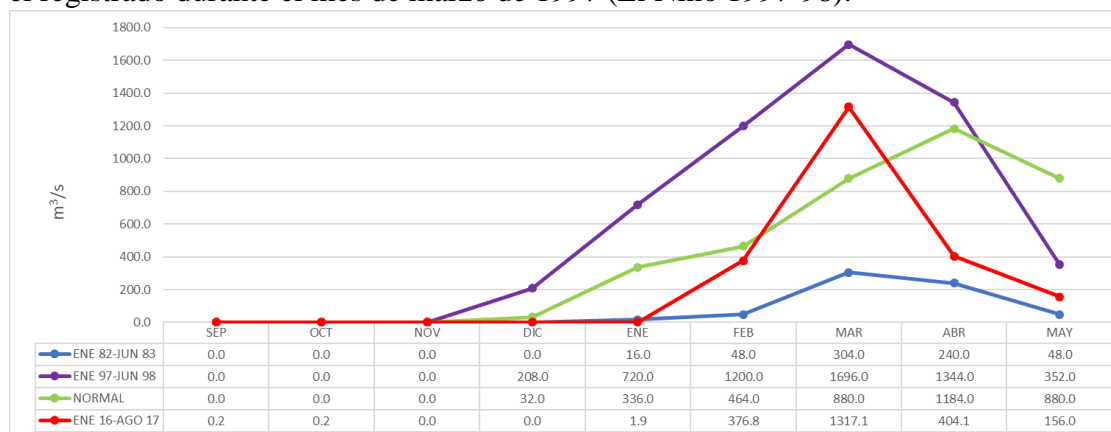


Grafico 1: Descargas promedio mensual del río Piura (Piura), periodo normal, durante 1982-83, 1997-98 y 2016-2017 (Niño Costero 2017) (m³/s). (Fuente: SENAMHI).

Este año 2017, las fuertes precipitaciones pluviales asociadas al evento Niño Costero caídas en la región Piura entre los meses de enero y marzo del 2017, en especial las que se produjeron el día 27 de marzo, causaron variaciones del caudal (régimen hidrológico) de los ríos en la región; así, en el río Piura se registraron caudales máximos de entre los 2 200 m³/seg hasta 3 468 m³/seg, que significó una crecida que superó la capacidad del río para evacuar el agua

excedente, produciéndose desbordes hacia zonas planas próximas al valle (llanuras inundables, terrazas bajas y medias) (SENAMHI, 2017) (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1: Caudales registrados en la estación hidrológica Sánchez Cerro entre el periodo enero 2016 y agosto 2017.

| MES | Q promedio mensual (m ³ /s) | Q valor máximo (m ³ /s) | Q valor mínimo (m ³ /s) |
|--------|--|------------------------------------|------------------------------------|
| Ene-16 | 0.4 | 1.66 | 0 |
| Feb-16 | 12.9 | 69.8 | 0 |
| Mar-16 | 128 | * | * |
| Abr-16 | 63.9 | 205 | 1.29 |
| May-16 | 15.7 | 97.6 | 0 |
| Jun-16 | 13.9 | 41.2 | 1.9 |
| Jul-16 | 5.2 | 33.8 | 0 |
| Ago-16 | 0.1 | 2.7 | 0 |
| Sep-16 | 0.2 | 4.5 | 0 |
| Oct-16 | 0.2 | 0 | 0 |
| Nov-16 | 0 | 0 | 0 |
| Dic-16 | 0 | 0 | 0 |
| Ene-17 | 1.9 | 19.4 | 0 |
| Feb-17 | 376.8 | 1520.3 | 30.4 |
| Mar-17 | 1317.1 | 2754.5 | 645.6 |
| Abr-17 | 404.1 | 1764.9 | 158.9 |
| May-17 | 156 | 221.5 | 112 |
| Jun-17 | 104 | 118.9 | 84.8 |
| Jul-17 | 66.4 | 85 | 41.5 |
| Ago-17 | 25.9 | 63.8 | 2.2 |

Fuente: SENAMHI.

4.1.6 PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS Y OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS

El tramo del río Piura comprendido entre la presa Los Ejidos y la localidad La Unión fue afectado por inundaciones y procesos de erosión fluvial asociados al incremento excepcional del caudal en el río Piura.

a) INUNDACIÓN FLUVIAL Y EROSIÓN FLUVIAL

Las inundaciones son el resultado de una combinación de extremos meteorológicos e hidrológicos, tales como precipitación y escorrentía extremos. Sin embargo, con frecuencia también ocurren como resultado de actividades humanas, incluyendo el crecimiento y desarrollo no planificado en llanuras de inundación, o la ruptura de una presa o un dique que no alcanza a proteger asentamientos planificados. La inundación es básicamente causada por fenómenos meteorológicos que pueden ser difíciles de predecir (Jha, A., *et. al.*, 2012).

La erosión fluvial está relacionado a la acción hídrica de los ríos, que va socavando valles, profundizándolos, ensanchándolos y alargándolos. La erosión fluvial se desarrolla siguiendo

patrones específicos de drenaje, los cuales son controlados por la estructura geológica, la dureza de la roca, la carga fluvial, entre otros factores (Dávila, 1999). Entre los factores condicionantes más importantes para la ocurrencia de erosión fluvial se tiene a la geomorfología, la geología, la pendiente y el tipo de cobertura vegetal.

En la zona de estudio los procesos de inundación y erosión fluvial están asociados, estos son consecuencia de la gran cantidad de precipitación pluvial caída en las montañas, que se concentran en los cursos de ríos y quebradas, y sobrepasan sus capacidades de carga, provocando desbordes, inundaciones y erosión de tierras adyacentes.

El río Piura constituye el curso principal de la red hidrográfica de la zona evaluada, que a través de 44 km de longitud de cauce atraviesa los distritos de Piura, Castilla, Catacaos, La Arena, Cura Mori, La Unión y el Tallán, todos ubicados en lo que se denomina el Bajo Piura; es alimentado por la concentración de las aguas de precipitación pluvial, las cuales discurren por sus tributarios ubicados principalmente en la margen derecha.

El río Piura es un valle costero, con un curso principal que se abre paso en su cuenca baja por una amplia planicie plano-ondulada con pendientes de 5° como máximo, conformada por secuencias sedimentarias (areniscas, conglomerados, limolitas) y depósitos superficiales de origen fluvial-aluvial (gravas, arenas y limos).

En cuanto a la configuración del cauce del río Piura para el año 1961 (figura 4), identificada en fotos aéreas de ese año, se tiene una llanura inundable y hasta tres niveles de terrazas aluviales en el extremo norte de la zona evaluada, estas terrazas se angostan y desaparecen conforme se acercan la presa Los Ejidos; nuevamente aparecen dos niveles de terrazas hasta la altura del puente Andrés Avelino Cáceres y es en este punto donde aparece en la margen izquierda del río un curso antiguo abandonado o un antiguo brazo del río Piura (ubicación actual de la Universidad Nacional de Piura), que drenaba en dirección noroeste-sureste por unos 4,3 km de longitud, donde después nuevamente a la altura del aeropuerto de Piura retomaba la dirección actual del río (noreste-sureste); este cauce a ha quedado colgado con respecto al nivel del lecho actual del río Piura.

Se pudo observar también, que la intensa actividad eólica existente en el pasado en esta zona pudo influir en la actividad fluvial del río Piura, ya que fue posible identificar la presencia de montículos de arena a manera de dunas, que se encuentran cubriendo parcialmente este cauce antiguo, incluso llega a cubrirlo totalmente, así como también cubre a algunas terrazas aluviales en la margen izquierda del río.

Pasada la ciudad de Piura, se pudo identificar la presencia de hasta cinco terrazas aluviales; de las cuales la más extensa y antigua fue denominada como “terrazza aluvial”, sobre la cual se desarrolla una intensa actividad agrícola, que es responsable en muchos de los casos de la desaparición de antiguos cursos, brazos y niveles de terrazas del río Piura; a consecuencia de los trabajos de volteo, remoción y nivelación de terreno para acondicionarlos y poder realizar la siembra de diferentes productos agrícolas.

El río Piura pasada la ciudad de Catacaos tiene un cauce activo (lecho de río, llanura inundable y terraza baja) que se abre de los 300 m hasta los 730 m, con un curso de tipo meándrico, que llegó a configurar meandros de hasta 735 m de diámetro (cerca al poblado Chato Chico); esta configuración de un cauce meándrico responde a la necesidad de compensar la presencia de una muy baja pendiente en un terreno plano, con una longitud mayor del cauce del río, y de esta

forma poder drenar los grandes volúmenes de agua que acarrea el río durante crecidas excepcionales.

En el sector sur de la zona evaluada el valle del río Piura se abre y puede llegar a superar los 10 km de ancho (se considera la extensión de la denominada terraza aluvial 1); pasada la localidad Chato Chico se puede observar que el río Piura se bifurcaba en varios canales secundarios configurando lo que podría haber sido una especie de delta, el cual fue borrado por la actividad agrícola. Esta amplia zona de terraza aluvial también fue afectada o presenta vestigios de la actividad eólica de la zona, ya que se puede identificar montículos de arena que forman dunas fósiles, sobre las cuales se han asentado diversos poblados.

La configuración actual del cauce del río Piura (cartografiado a partir de imágenes satelitales de alta resolución disponibles entre los años 2004 y abril de 2017) presenta un ancho en su extremo norte al ingresar a la zona de estudio de 1 800 m, que es severamente reducido a 210 m, en la presa Los Ejidos, paulatinamente esta reducción del ancho del cauce del río continúa al atravesar la ciudad de Piura, siendo de aproximadamente 140 m, en el puente Andrés Avelino Cáceres; 118 m, en el puente Intendencia; 117 m, en el puente Sánchez Cerro; 118 m, en el puente San Miguel y 140 m en el puente Bolognesi, para abrirse nuevamente a la altura del puente de la Panamericana Norte, en donde el valle activo del río alcanza los 620 m de ancho (figura 5).

El río Piura ingresa a la zona estudiada con una dirección noroeste-sureste, la que después de 7,2 km de recorrido cambia a noreste-sureste cerca de la presa Los Ejidos; en este punto sufre nuevamente después de 3,1 km de recorrido un drástico cambio de dirección hacia el noreste-suroeste a la altura del puente Andrés Avelino Cáceres; se observa aquí que el antiguo curso del río Piura fue ocupado por viviendas que son producto de la expansión urbana sufrida en los últimos años en la ciudad de Piura; las viviendas se construyeron sobre el mismo cauce y las dunas que se encontraban cubriéndolo.

Desde el puente Andrés Avelino Cáceres el curso del río cambia a una dirección hacia el noroeste-sureste por 1,2 km de longitud hasta el puente Sánchez Cerro; a partir de este último punto el río Piura retoma una dirección general noreste-suroeste por largos 14,4 km de longitud hasta pasar la localidad de Catacaos, donde el río adopta una dirección norte-sur en un tramo de 3,1 km de longitud. A partir de este punto el cauce adopta una dirección general de sentido noroeste-sureste, con ligeras variaciones a una dirección oeste-este en pequeños tramos, hasta verter sus aguas en la laguna La Niña, ubicada en los distritos Cristo nos Valga y Sechura (provincia Sechura).

En este último tramo ya no se puede observar la configuración de meandros como consecuencia de que el río fue encajonado por muros de encauzamiento de tierra en ambas márgenes; estos muros de encauzamiento tienen una longitud de 45,2 km en su margen derecha (este sale de los límites de la zona evaluada) y de 30,5 km en la margen Izquierda. Es así que en periodos de crecidas excepcionales los volúmenes de agua tienden a ocupar toda la superficie de valle comprendido entre ambos muros de encauzamiento.

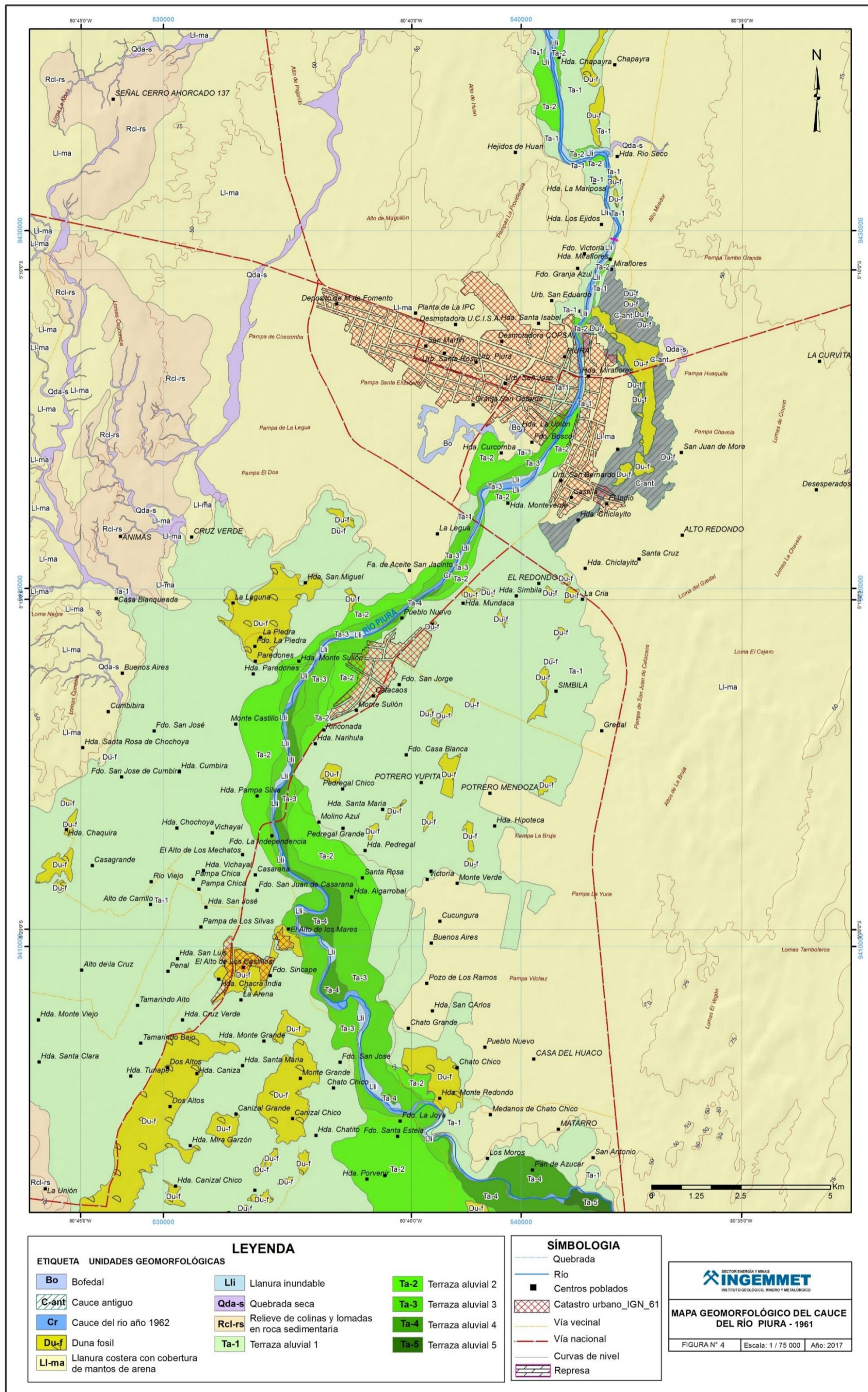


Figura 4: Configuración geomorfológica del valle del río Piura en el año 1961 (foto áreas de 1961).

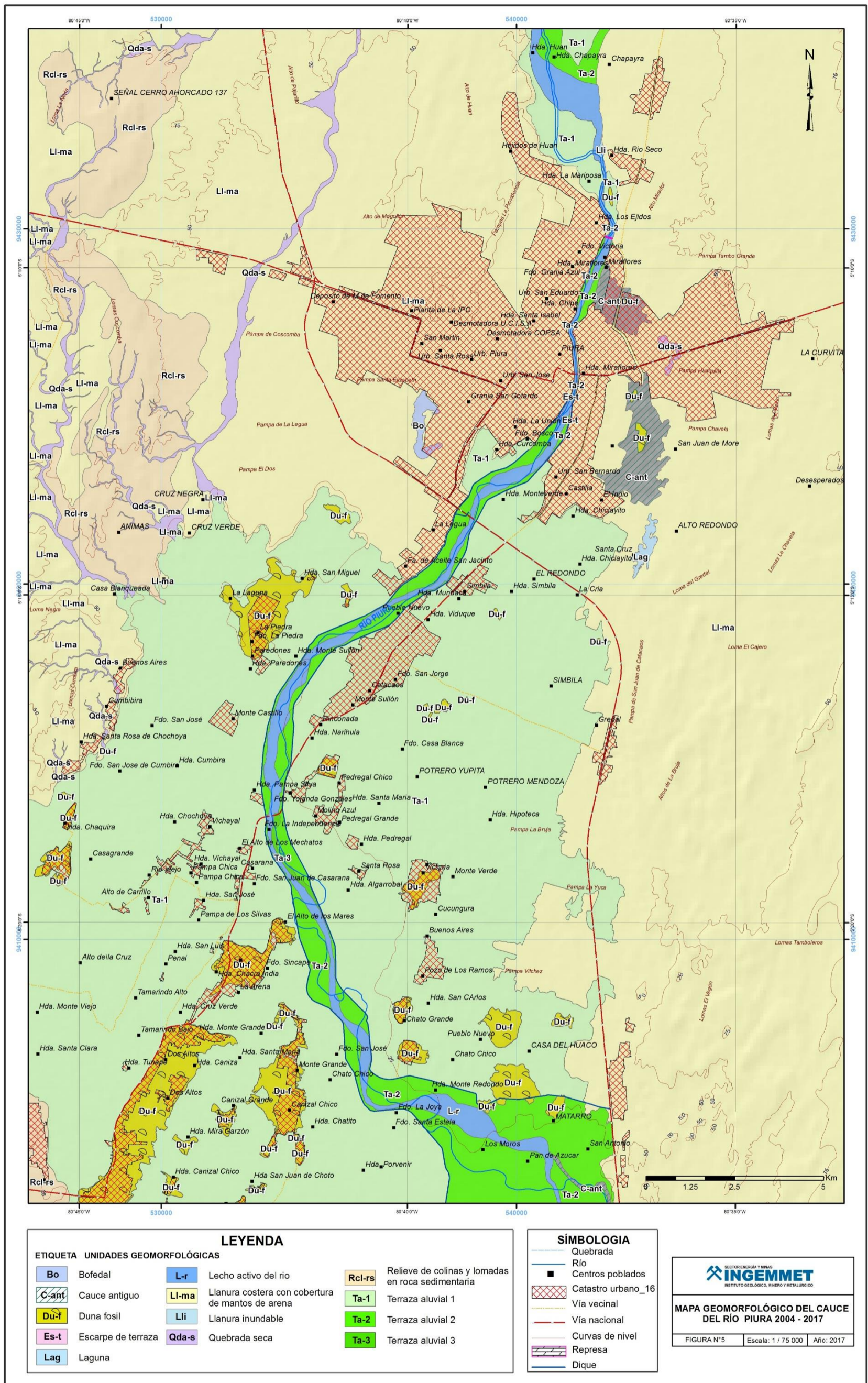


Figura 5: Configuración del valle del río Piura entre los años 2004 al 2017 (Se utilizaron imágenes Satelitales Google Earth, Perusat y Land Viewer).

Al comparar las figuras 4 y 5, es posible observar el crecimiento urbano experimentado en el valle del río Piura, el cual se desarrolló principalmente en la terraza aluvial 1; así se tiene que la ciudad de Piura creció hacia sus extremos norte (El Chipe) y sur ocupando principalmente lo que vendría a ser el nivel de terraza más alta. En el distrito Castilla también el crecimiento urbano fue hacia el lado norte ocupando lo que vendría a ser un cauce antiguo del río Piura (Universidad Nacional de Piura), dunas y la planicie costera. En el caso de Catacaos la ocupación urbana se acercó hacia el valle del río Piura, ocupando diferentes niveles de terrazas.

Otro detalle no menor observado, es del crecimiento de la superficie cultivada, principalmente en la margen izquierda del río Piura, donde han sido anexados a esta actividad terrenos que conformaban la planicie costera y dunas de arena, condicionando estos terrenos a que sean susceptibles de ser inundadas por nuevos desbordes del río Piura.

Descripción del evento

Como consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales asociadas al evento El Niño Costero, caídas en la región Piura en el mes de marzo del 2017, que prácticamente cubrió toda la cuenca del río Piura, se generaron como consecuencia de la escorrentía y concentración de estas aguas, caudales que alcanzaron un máximo volumen el día 27 de marzo, registrándose en el Puente Sánchez Cerro un caudal máximo de 3 468 m³/s, que significó una crecida excepcional del río Piura, cuyo cauce no fue capaz de evacuar el agua excedente, produciéndose desbordes hacia zonas planas ubicadas cerca al valle del río (llanuras inundables, terrazas bajas y medias), así como también procesos de erosión fluvial que afectó terrenos de cultivo y viviendas localizadas muy cerca del cauce del río (represa Los Ejidos) (foto 8) (grafico 6).

Este crecimiento inusual del nivel de las aguas del río Piura encontraron como primer obstáculo al puente Andrés Avelino Cáceres, donde la sección del río resultó insuficiente para que discurra libremente toda el agua excedente, provocando aguas arriba de este punto, el levantamiento del nivel de las aguas del río Piura, que causó la inundación de la urbanización Los Cocos del Chipe en la margen derecha (foto 9); la Universidad Nacional de Piura (foto 10), el centro comercial Open Plaza y que alcanzó el terminal terrestre de Castilla (foto 11), ubicados todos a la margen izquierda del río Piura.



Foto 8: Erosión fluvial en la margen derecha del río Piura, aguas abajo de la presa Los Ejidos, afecto parte de la estructura de las viviendas asentadas en el borde del río.



Foto 9: Cerca de la urbanización El Chipe en la margen derecha del río Piura, el nivel de las aguas desbordadas alcanzó una altura de 0,45 m; en la imagen es posible observar la marca dejada en el portón de una vivienda.



Foto 10: Los niveles del agua desbordada alcanzados dentro de la Universidad de Piura fue de 1,2 m de altura, que dañaron severamente la infraestructura de la institución.



Foto 11: Vista aérea hacia el sur donde es posible observar los efectos causados por la inundación en el terminal terrestre de Castilla (foto tomada de la web).

Esta subida del nivel del río, también provocó reboses por encima de la loza del puente Andrés Avelino Cáceres (foto 12); así como desbordes hacia ambas márgenes del río Piura aguas abajo, así las aguas desbordadas se encauzaron por la margen derecha por las calles Chirichigno, Arequipa y La Libertad, alcanzando así a inundar la plaza de armas y todos edificios que se encuentran a su alrededor (fotos 13 y 14). Por la margen izquierda las aguas se encauzaron por la avenida Guillermo Irazola inundando viviendas, el hospital Cayetano Heredia, el mercado central de Castilla, entre otras edificaciones.



Foto 12: Vista aérea donde se puede apreciar los reboses por encima del puente Andrés Avelino Cáceres (Foto: diario La República).

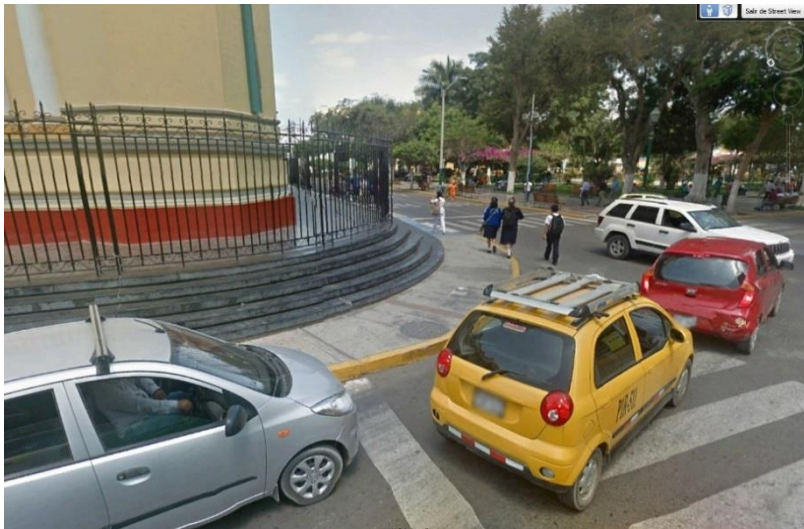


Foto 13: Vista de la esquina cruce de las calles Tacna y Huancavelica en Piura, donde se puede observar la catedral y la plaza de armas antes de ser inundadas (foto: Google).



Foto 14: Vista del nivel alcanzado en la plaza de armas de Piura, en la misma esquina de las calles Tacna y Huancavelica, catedral de Piura (Foto: tomada de la web).

INUNDACIONES EN PIURA Y CATACAOS



1. Vista aérea de Simbilá, se observa los límites de la inundación y la erosión en el muro de encauzamiento (28-03-2017)(Foto: web).



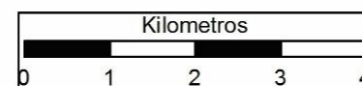
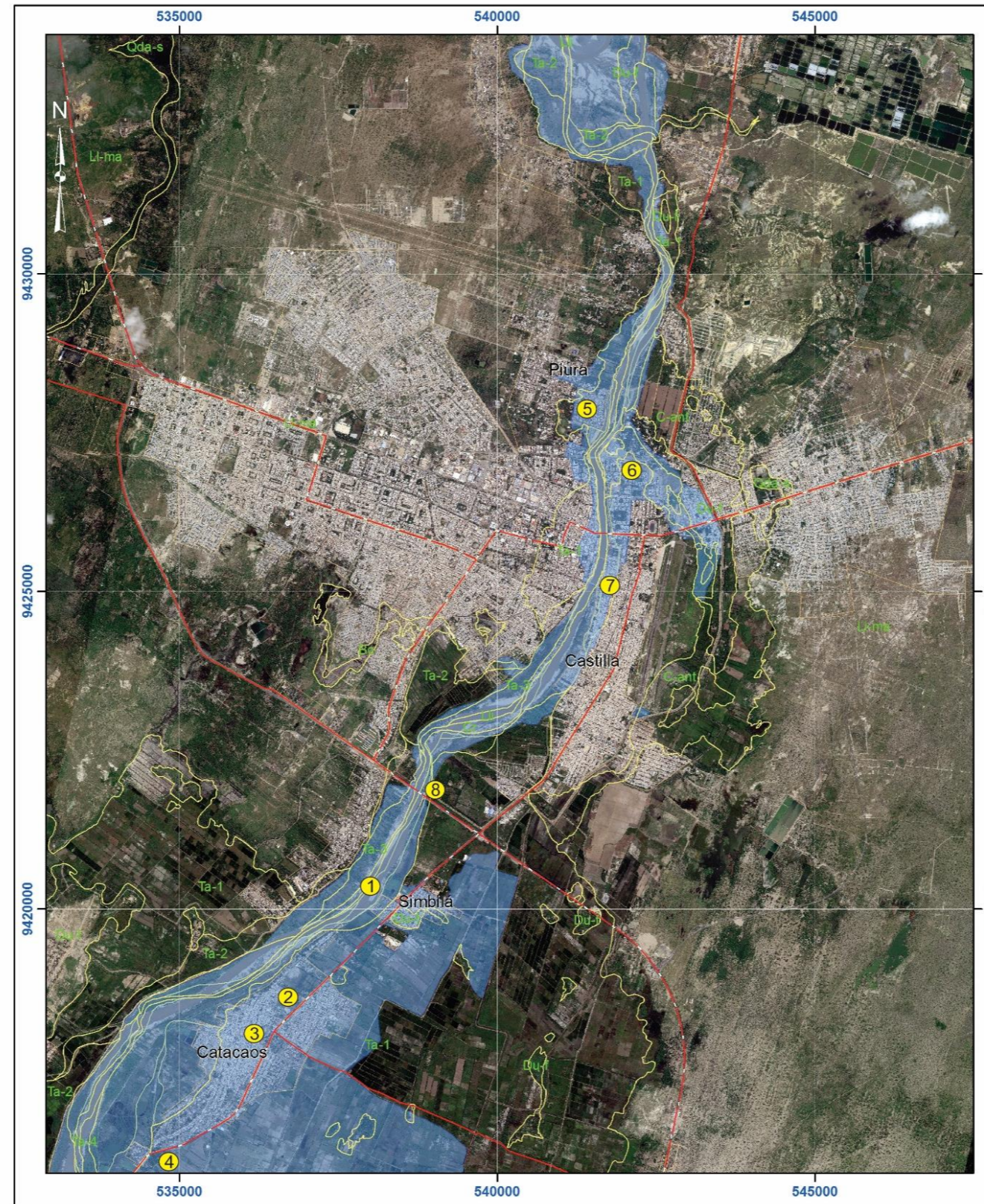
2. Inundación en el extremo norte de la ciudad de Catacaos, produjo la caída de muros de concreto (foto web).



3. Inundación en la avenida Cayetano Heredia, en el centro de la ciudad de Catacaos (Foto: diario La República).



4. Vista aérea donde se observa la inundación de terrenos de cultivo en el extremo sur de la ciudad de Catacaos (Foto: diario La República).



5. Vista aérea hacia el norte, se observa la magnitud de la inundación en la urbanización Los Cocos del Chipe (Foto: web).



6. Río Piura desbordado a la altura del puente Andrés Avelino Cáceres; afecto viviendas y el centro comercial (Foto: web).



7. Inundación en el mercado central de Castilla, el agua alcanzó los 0,30 m de altura (Foto: web).



8. Puente sobre el río Piura en la Panamericana Norte, se puede observar la inundación hacia ambas márgenes que afectó terrenos de cultivo (Foto: web.).

Figura 8: Límites de la inundación causada por el río Piura ocurrida el 27 de marzo de 2017, entre las ciudades de Piura y Castilla.

Las inundaciones ocurridas entre las localidades de Simbilá y Chato Chico, tienen como causa principal la erosión fluvial sufrida en cinco puntos del muro de encauzamiento de tierra (dique) de la margen izquierda del río Piura (gráficos 9 y 10); estos cinco sectores fueron (cuadro 4.2):

Cuadro 4.2: Sectores donde se rompió el muro de encauzamiento del río Piura

| Sector | Distrito | Longitud erosionada (m) |
|----------------------|----------|-------------------------|
| El Rancho | Catacaos | 61 |
| Pedregal | | 90 |
| Puente Independencia | | 65 |
| Los Mores | | 140 |
| Pan de Azúcar | | 108 |

El muro de encauzamiento está conformado por varios niveles de arena, limos, arenas con limos y una grava arenosa en el tope; materiales principalmente finos que fueron acomodados y compactados; este muro no tiene ninguna protección de tipo enrocado en su cara interna (foto 15).

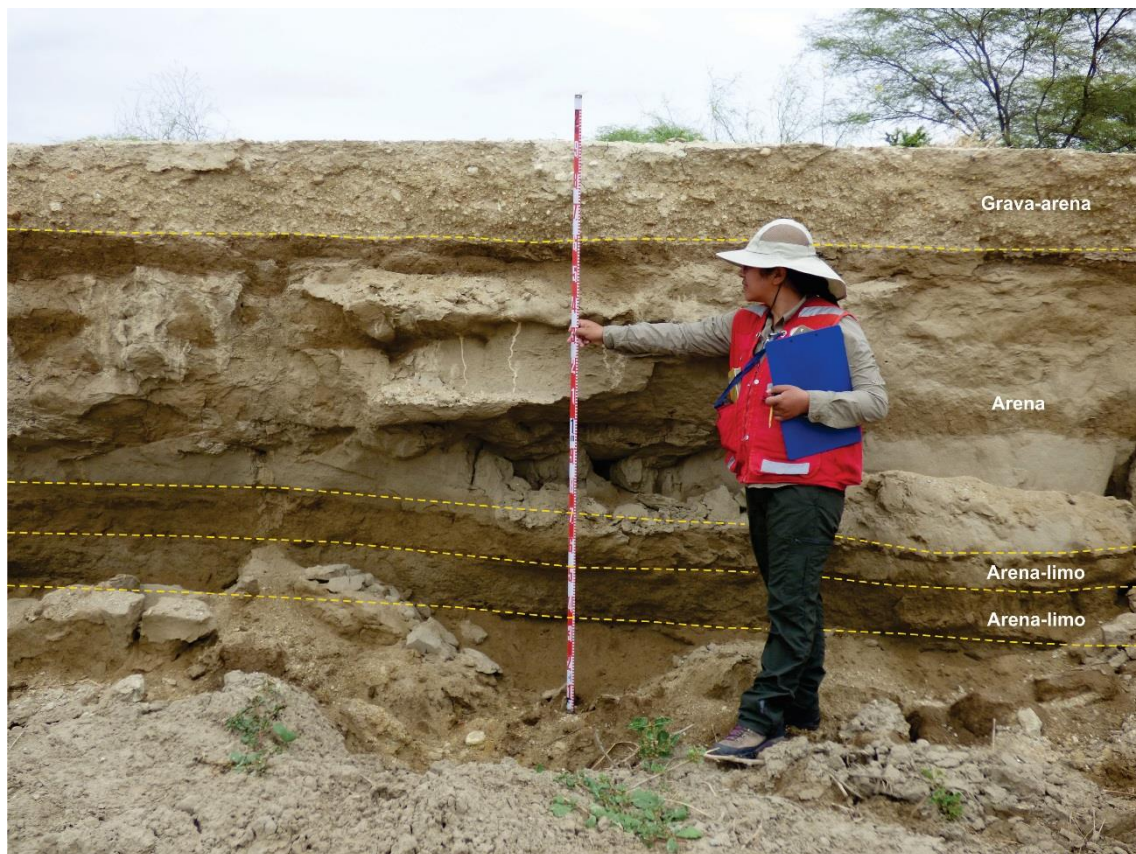


Foto 15: En la imagen es posible observar los niveles superiores del muro de encauzamiento de la margen izquierda del río Piura, conformado principalmente por material fino.

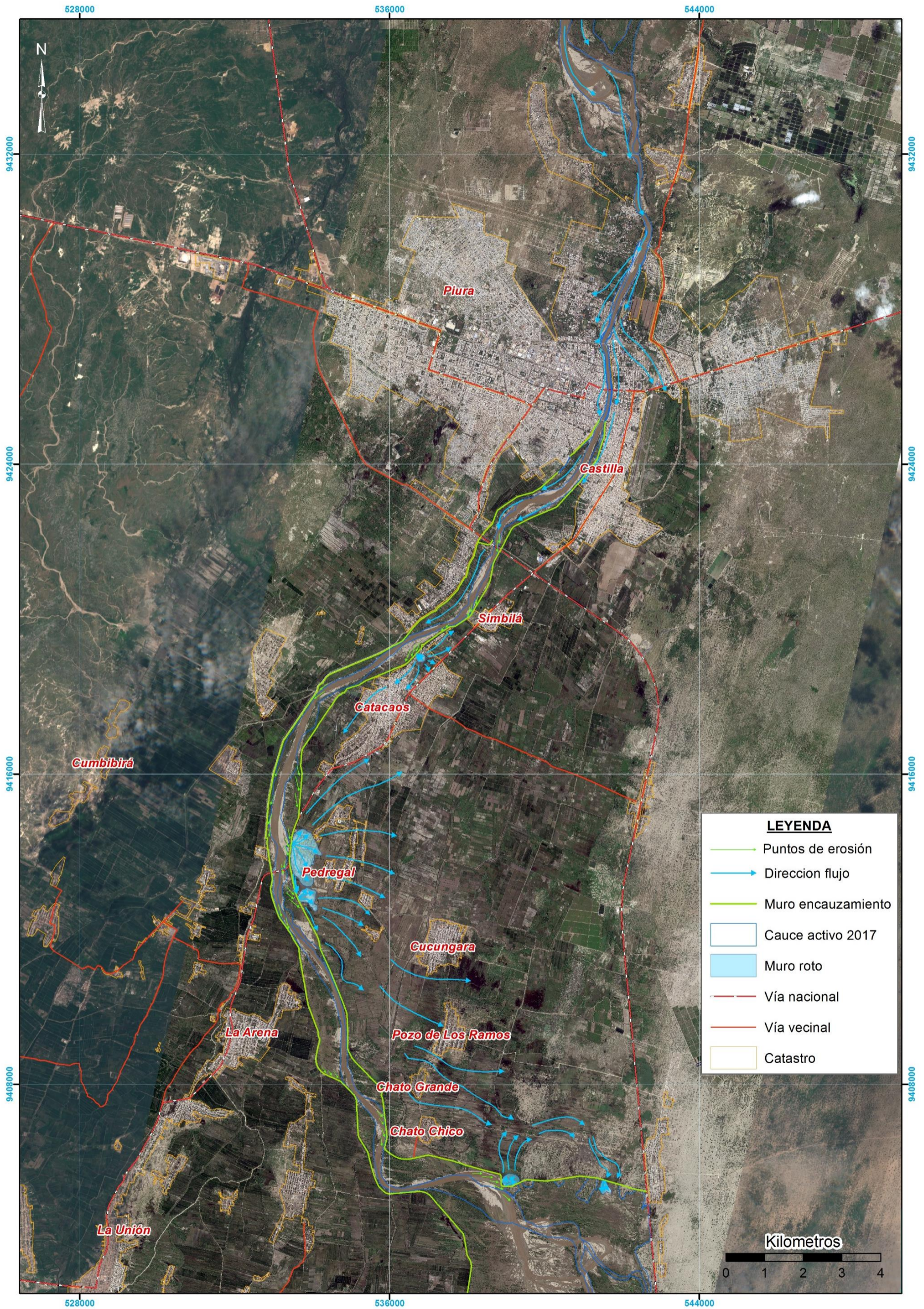


Figura 9: Sectores donde el muro de encauzamiento de la margen izquierda del río Piura se rompió y produjo las inundaciones en los sectores de Simbilá, Catacaos, Pedregal, Cucungará, Pozo de los Ramos, Chato Grande y Chato Chico.

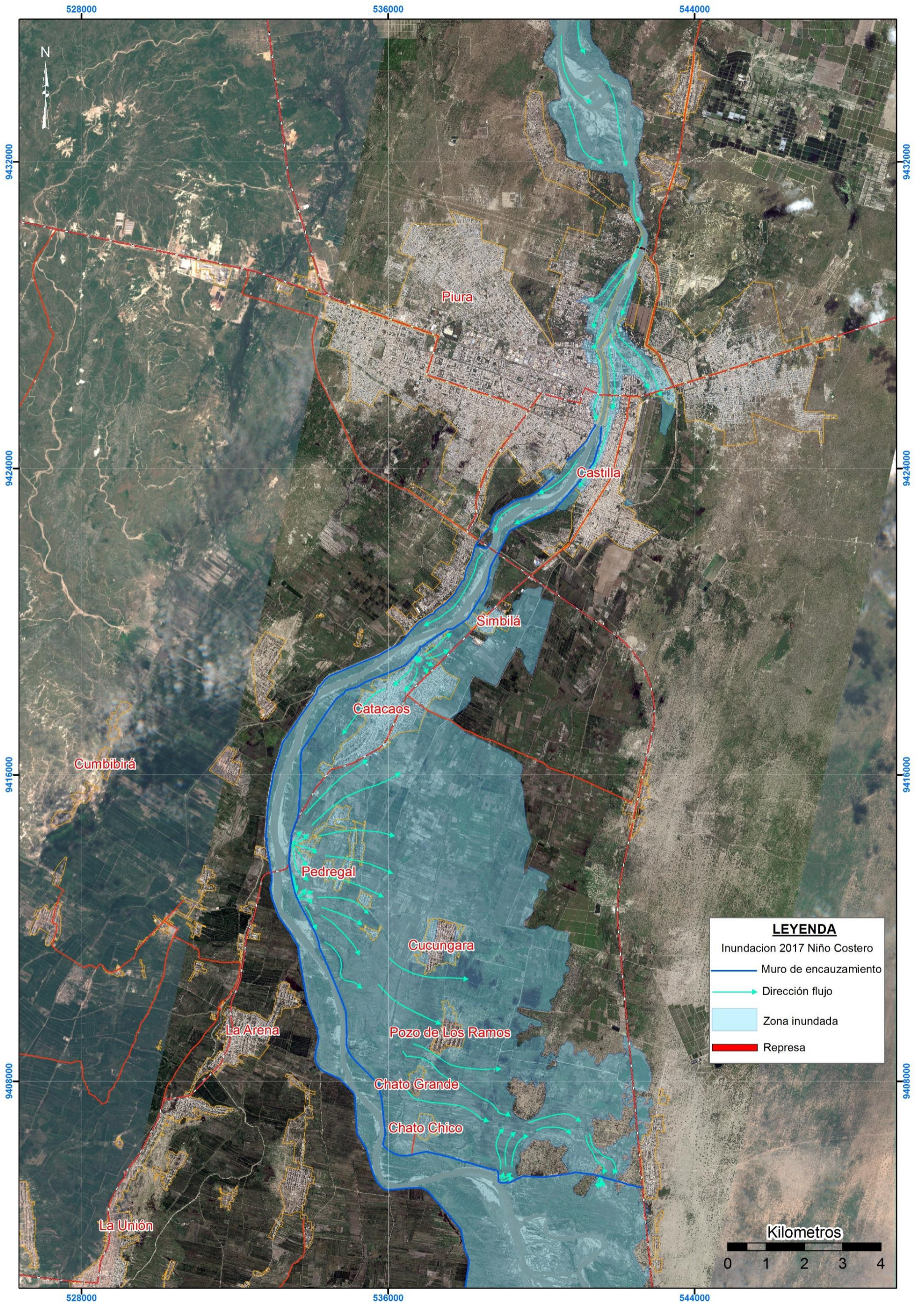


Figura 10: Zonas Inundadas comprendidas entre la presa Los Ejidos y Chato Chico.

El proceso de erosión fluvial en los muros de encauzamiento se produjo de dos formas; la primera fue resultado de tener un cauce que se encontraba colmatado por material fino (arenas y limos), con una vegetación riverena crecidas (figura 8), donde no fue necesario que los caudales alcanzaran los máximos registrados durante el fenómeno de El Niño de 1997-98, para lograr que el nivel del río Piura suba hasta el tope y al tener una carga sólida en suspensión (principalmente de material fino), iniciara la erosión de la cara interna del muro; al mismo tiempo al continuar el aumento del volumen de agua, se produjeron reboses por encima del muro, lo cual produjo también la erosión retrogresiva de su cara externa.

Estos dos procesos juntos produjeron la rotura de 61 m del muro de encauzamiento en el sector El Rancho en Catacaos (foto 16), provocando el desborde de las aguas que se dirigieron hacia las localidades de Catacaos y Simbilá (figura 11 y 12). Otros sectores que sufrieron el mismo tipo de proceso erosivo se localizaron en el sector Los Mores y frente a la localidad de Pedregal (foto 17), aquí se rompieron 90 m de muro y afectó las localidades de Pedregal, Pedregal Chico, Pedregal Grande y Cucungará.

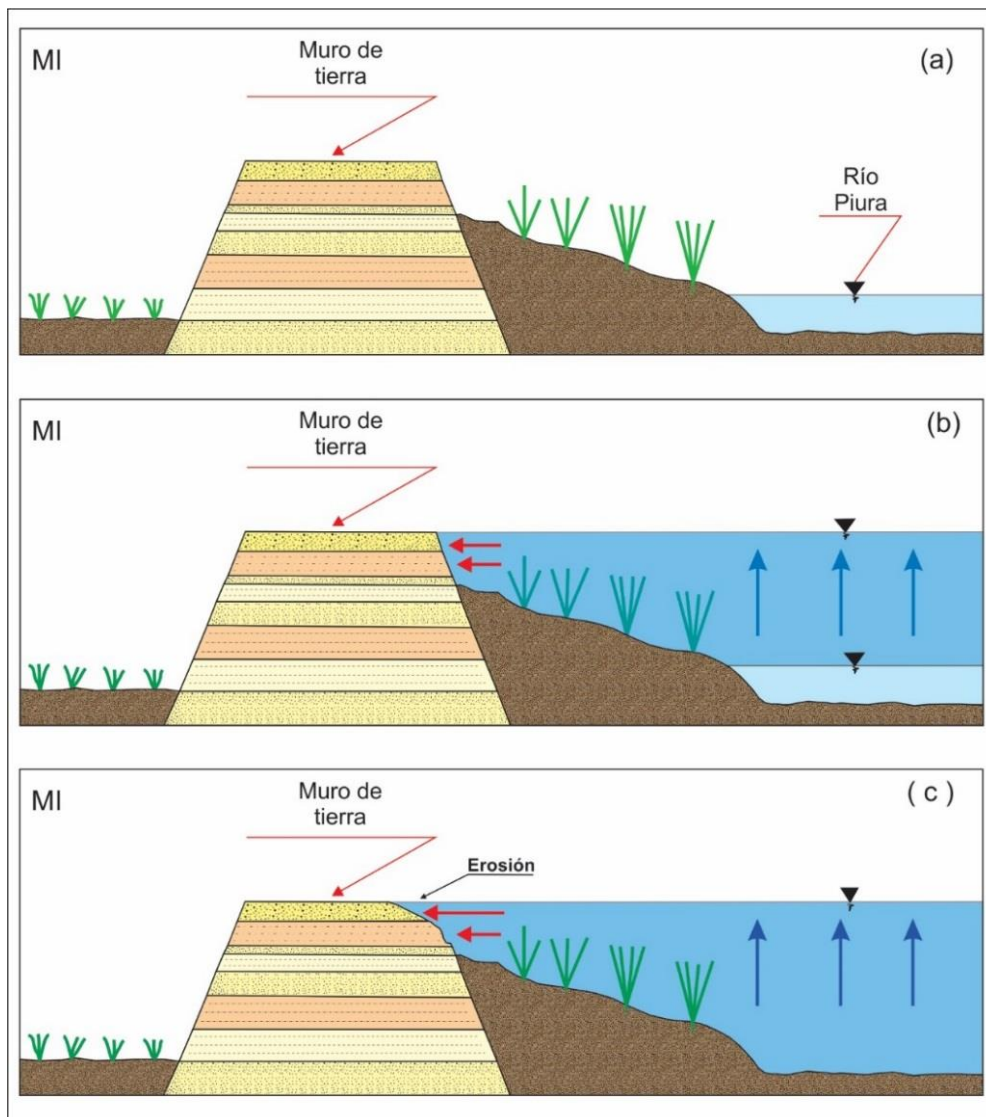


Figura 11: Proceso de erosión del muro de encauzamiento de tierra de la margen izquierda (MI) del río Piura, inicia con un cauce colmatado (a); subida del nivel del agua (b); inicio del proceso erosivo de su cara interna (c).

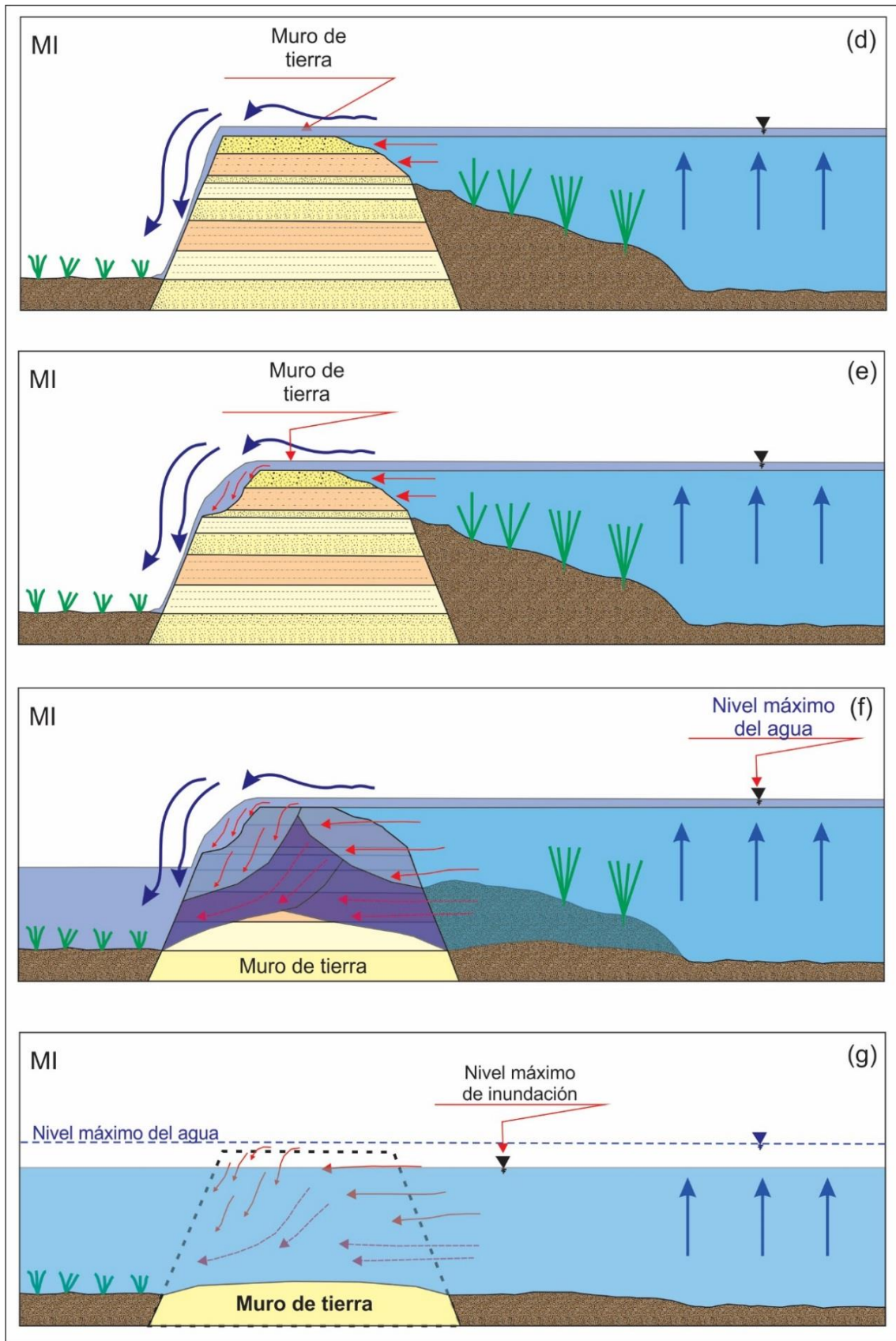


Figura 12: El nivel del río supera la altura del dique, se producen reboses y se inicia la erosión retrogresiva de la cara externa del muro (d); la erosión retrogresiva continua hasta juntarse con la erosión de la cara interna (e y f); produciendo finalmente la erosión total del muro (g).



Foto 16: Muro de encauzamiento roto en el Sector El Rancho, que causó las inundaciones en Catacaos y Simbilá; también es posible observar el material fino que colmata el cauce y la vegetación riverena crecida (lado izquierdo de la foto).



Foto 17: Muro de encauzamiento roto en el sector Pedregal que causó los mayores daños por la inundación generada en las localidades de Pedregal y Cucungará.

El segundo proceso de erosión, no implicó un rebose por encima del muro de encauzamiento que produzca la erosión de la cara externa del muro; sino que fue resultado de la erosión de la base de la cara externa del muro de encauzamiento, como resultado de los cursos de agua formados en la terraza fluvial localizada por detrás del muro, estas aguas provinieron del desborde ocurrido en el sector El Pedregal (figura 13); este tipo de proceso se observó en Puente Independencia (foto 18) y Pan de Azúcar (foto 19). Como producto de estas fallas en el muro

de encauzamiento se inundaron las localidades Cucungará, Pozo de los Ramos, Chato Chico y Chato Grande (figura 10).

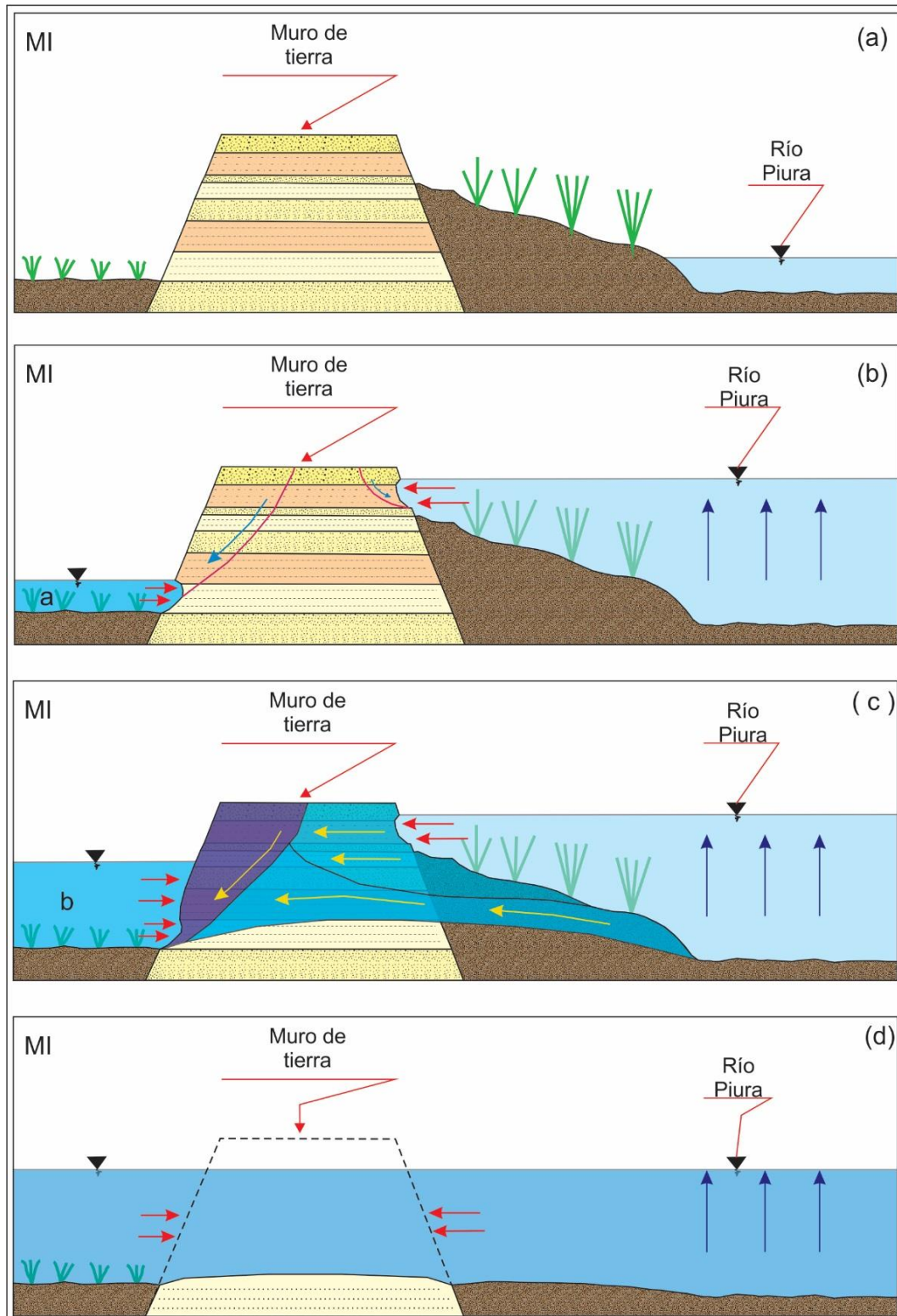


Figura 13: Inicio de proceso erosivo en un cauce parcialmente colmatado de material fino (a); sube el nivel del río y se inicia el proceso erosivo de la cara interna del dique, en la cara externa se produce la erosión de la base por los flujos formados en la terraza ubicada por detrás del muro (b); erosión de la cara interna y erosión retrogresiva de la cara externa (c); colapso total del muro (d).



Foto 18: Rotura de muro de encauzamiento ubicado a 500 m aguas abajo del puente Independencia, la zona afectada fue de 65 m.



Foto 19: Muro de encauzamiento en la margen izquierda del río Piura, sector Pan de Azúcar, la rotura tuvo una longitud de 108 m, además de provocar la inundación de terrenos de cultivo, también derribó postes de transmisión eléctrica.

Factores condicionantes

- La pendiente del terreno: El valle del río Piura atraviesa la pampa costera, conformada por un terreno plano-ondulado con pendiente máxima de 5°; donde se producen anegamientos de tipo pluvial en terrenos cóncavos, sin o con drenaje deficiente; también se producen

inundaciones fluviales por la formación de escorrentías como producto de lluvias excepcionales las cuales siguen líneas de máxima pendiente en terrenos casi horizontales.

- La baja pendiente longitudinal del valle: el lecho del río Piura presenta una pendiente muy baja, que resulta insuficiente para drenar los caudales de agua excedentes, que discurren por su cauce cuando se presentan lluvias excepcionales, haciendo que el río aumente su longitud por medio de la formación de meandros en el sector del bajo Piura.
- La configuración geomorfológica del valle: presenta un valle amplio, con varios niveles de terraza, llanura inundable, antiguos cursos o brazos del río.
- Substrato rocoso presente en la zona: el río Piura discurre cortando en su tramo de cuenca baja secuencias de las Formación Tambo Grande (areniscas, lodolitas y micro conglomerados), Miramar (conglomerados y areniscas), Tablazo Talara (conglomerados y areniscas arcósicas) y depósitos aluviales, medianamente a poco consolidados, que ofrecen poca resistencia a la erosión fluvial; además de que fueron saturados rápidamente favoreciendo la formación de anegamientos y escorrentía superficial.
- La ocupación del territorio por parte de la población sin una debida planificación urbana: el crecimiento de la ciudad de Piura ocupó terrenos pertenecientes a terrazas aluviales, antiguos cauces del río, llanuras aluviales y también cerca de bordes de acantilados de terrazas del valle (figuras 14 y 15); también es posible encontrar terrenos de cultivos desarrollados en terrazas aluviales y llanuras de inundación.
- Presencia de material aluvial en el cauce: el río Piura se presentaba colmatado de material fino (arenas y limos) principalmente en el tramo comprendido entre los Puentes Miguel Grau e Independencia (foto 20).
- Vegetación ribereña: presencia de arbustos, matorrales y arboles dentro del cauce del río Piura, los cuales no se disponen en sus márgenes precisamente como bosques ribereños.
- Actividad antrópica: Construcción de obras de infraestructura, como pueden ser puentes, en cuya ubicación no se tiene en cuenta la morfología (pasada y actual) del valle de un río, estos pueden estrechar el valle, configurando una nueva condicionante para que se produzcan inundaciones cuando se presentan caudales excepcionales. También por trabajos de explanación en terrenos plano-ondulados y remoción de arenas para habilitar nuevos terrenos de cultivo, que traen como consecuencia la reducción del nivel topográfico de estos sectores, haciéndolos susceptibles a ser inundados por desbordes de ríos o concentración de precipitación pluvial. Falla en estructuras de control de inundaciones (muro de encauzamiento), por la erosión fluvial de la cara interior de muro.

Factores detonantes

- Las precipitaciones pluviales intensas, consideradas excepcionales (Niño Costero), caídas en la zona durante la presente temporada de lluvias 2017. Se registro un valor extremo el día 3 de marzo en la estación El Partidor (Tambo Grande) con 258,5 mm/24hrs (ENFEN, 2017).
- La dinámica fluvial intensa del río Piura por los incrementos de caudal que no fueron eficientemente drenados.



Foto 20: Colmatación con material fino en el estribo izquierdo del puente Independencia.

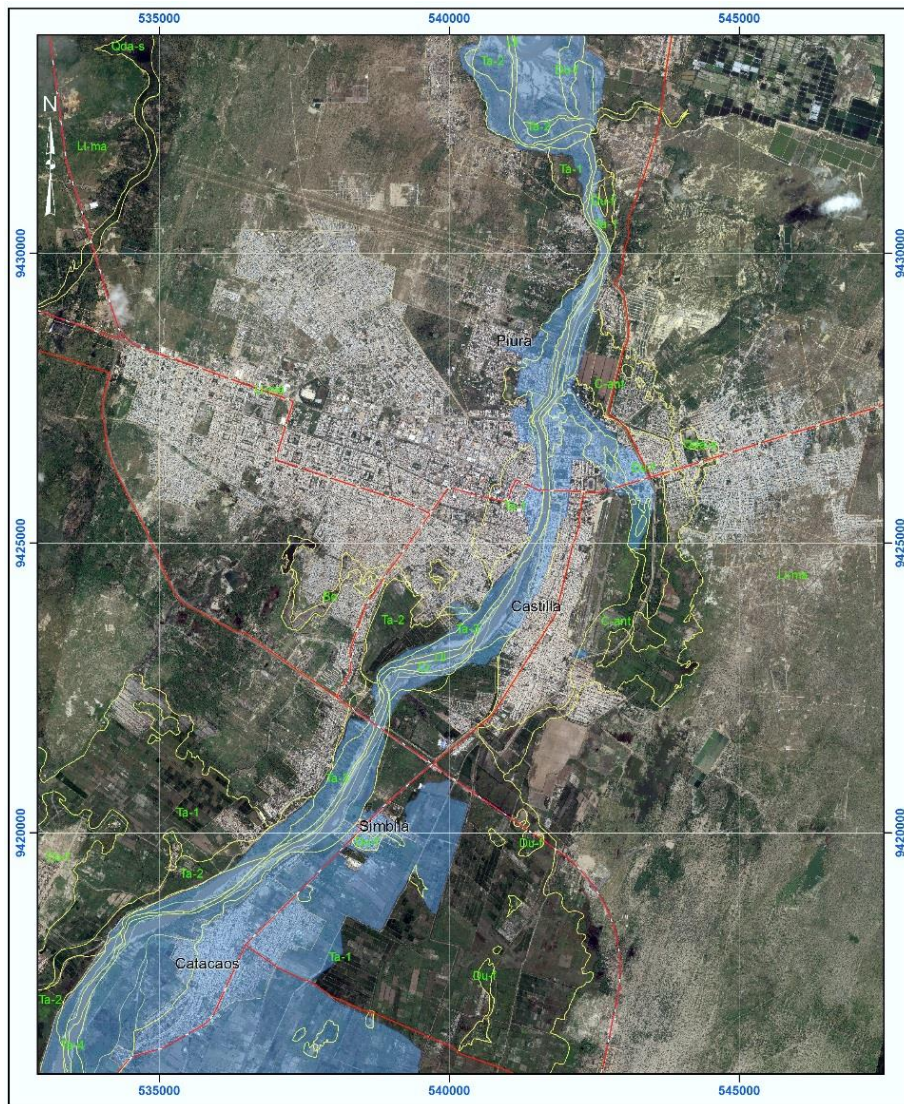


Figura 14: Geformas fluviales inundadas con el evento del Niño Costero entre Piura y Catacaos; cauce de río (Cr), terrazas aluviales (Ta-1, Ta-2, Ta-3 y Ta-4), llanura aluvial (Lli), cauce antiguo (C-ant) y terrenos ocupados por dunas fósiles (Du-f).

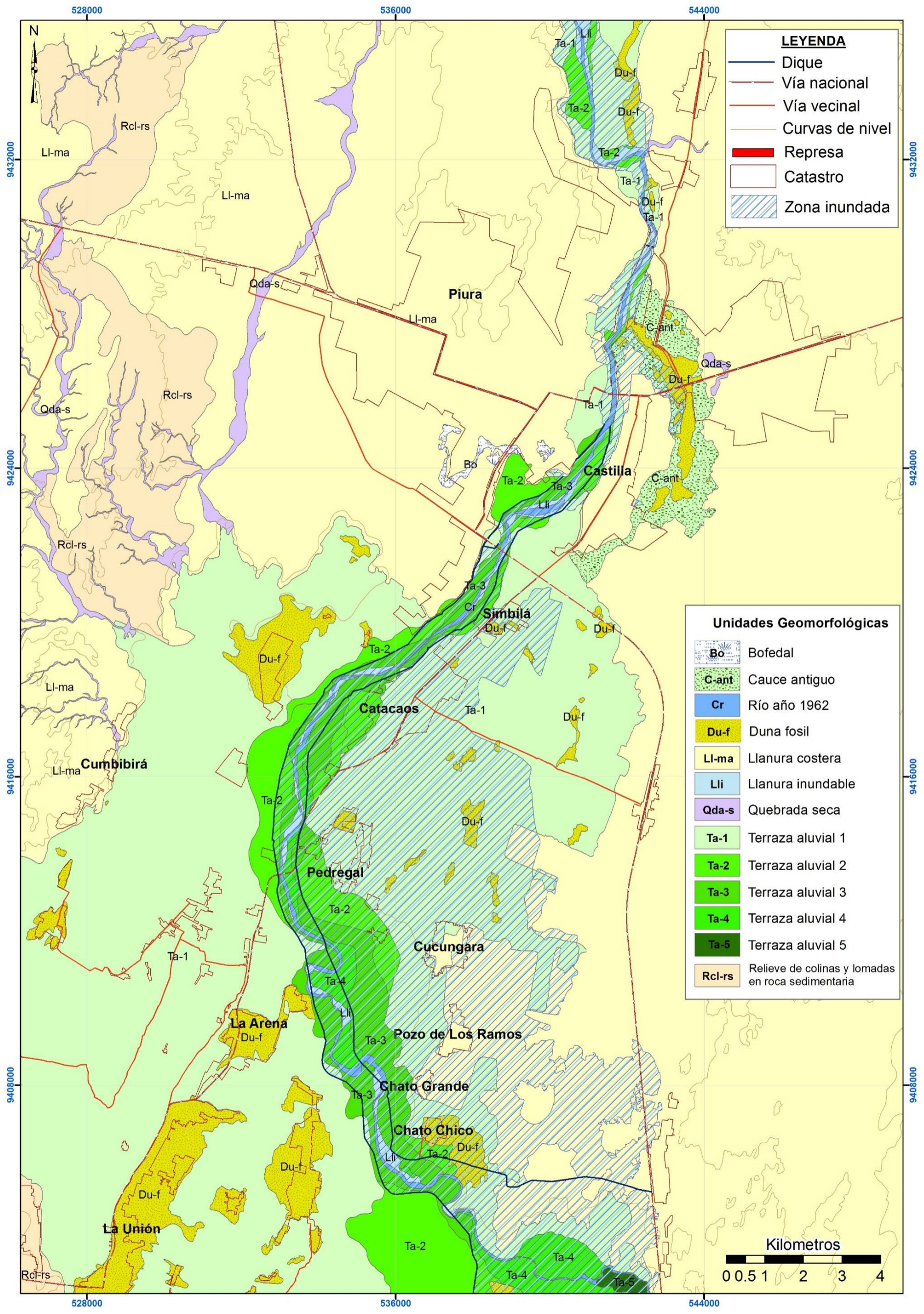


Figura 15: Geformas ocupadas por la inundación causada por el evento Niño Costero entre la presa Los Ejidos y La Unión.

Daños causados

- En el tramo de valle comprendido entre la presa los Ejidos y el poblado La Unión, fueron afectados la ciudad de Piura (Urbanización El Chipe y centro de Piura), Castilla y Catacaos; las localidades Simbilá, Pedregal, Pedregal Grande, Pedregal Chico, Narihualá, Cucungará, Pozo de Los Ramos, Chato Grande y Chato Chico. Se inundaron calles, viviendas e infraestructura diversa (colegios, hospitales, universidad, etc.). Además, trajo como consecuencia la destrucción de viviendas construidas con adobes, carrizos y barro; inundación de viviendas de material noble con afectación de diferentes enceres que no pudieron ser puestos a buen recaudo. Desplazamiento de centenares de pobladores hacia zonas más seguras.
- Pérdida de medios de sustento económico, porque las labores agrícolas en la zona fueron suspendidas.
- Destrucción de líneas de transmisión eléctrica (postes caídos).
- Colapso y destrucción de sistemas de agua y desagüe en zonas inundadas.
- Destrucción de varias hectáreas de cultivo localizados en llanuras de inundación y terrazas bajas.
- Destrucción de la plataforma asfaltada de carreteras por el socavamiento producido por las corrientes de agua que se generaron después de los desbordes del río Piura.
- Destrucción de defensas ribereñas (muro de encauzamiento) en cinco sectores de la margen izquierda; así como erosión y debilitamiento del muro de encauzamiento en varios puntos localizados hacia ambas márgenes del río Piura.

4.1.7 ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LAS INUNDACIONES FLUVIALES

Se presenta a continuación la zonificación de la susceptibilidad a las inundaciones fluviales de la zona evaluada, donde se utilizó el criterio geomorfológico y de la experiencia propia del especialista para definir los límites de los rangos de susceptibilidad, donde se tuvo como insumos principales para esta zonificación: 1) el mapa geomorfológico donde se reconoció diferentes niveles de terrazas aluviales, llanuras de Inundación y cauces antiguos; 2) el tipo de substrato; y 3) procesos de inundación identificados.

Los criterios seguidos para definir estos rangos de susceptibilidad fueron los siguientes:

- Se considera con alta susceptibilidad a las zonas que cumplan la condición de corresponder a geoformas fluviales de tipo cauce activo, terrazas bajas, llanuras de inundación y cauce antiguo, que además hayan sido afectadas por inundaciones recientes y que se encuentren cerca o al costado del curso actual del río.
- Se consideran con susceptibilidad media a las zonas que correspondan a morfologías de terrazas medias a alta, que hayan sido afectadas por inundaciones recientes y que estén próximas al cauce del río desbordado.
- Se considera con susceptibilidad baja a los terrenos correspondientes a geoformas de llanura costera cubierta con mantos de arena, que se encuentran alejadas del cauce actual del río.

Así se determinaron cuatro rangos o categorías de susceptibilidad a las inundaciones fluviales de la zona evaluada, las cuales se presenta en la figura 16 y se describen en el cuadro 4.3:

Cuadro 4.3: Susceptibilidad a las inundaciones

| Categoría de susceptibilidad | Descripción |
|-------------------------------------|---|
| Nula | Vertientes de laderas inclinadas y cóncavas de colinas y lomadas de baja altura; estos límites pueden ser ajustados si se realiza un cartografiado con imágenes de mayor resolución y modelos de elevación del terreno que permita elaborar curvas topográficas de menor equidistancia entre curvas. En el mapa de susceptibilidad a las inundaciones fluviales se representa con un color gris claro. |
| Baja | Corresponde a terrenos planos-cóncavos localizados a un nivel ligeramente más alto que las zonas de peligro medio; se encuentran conformando geoformas de terrazas aluviales altas, llanura costera cubierta con mantos de arena y dunas fósiles de baja altura; el substrato está conformado por materiales erosionables (depósitos aluviales, areniscas y limolitas poco consolidadas), que pueden ser anexados a las zonas de media y alta susceptibilidad. Se puede decir que no están exentas de inundaciones fluviales provocados por desbordes de cursos de río asociados a caudales excepcionales. En el mapa de susceptibilidad a las inundaciones fluviales se representa con un color verde. |
| Media | Corresponde a terrenos planos de baja pendiente a nula, la cual se encuentra muy próxima al curso principal del río; se encuentra conformando por geoformas de terrazas medias a altas, dunas fósiles de baja altura y quebradas secas que se activan excepcionalmente; el substrato está conformado por depósitos aluviales principalmente. Estas zonas pueden ser afectadas por inundaciones de tipo fluvial o pluvial, donde muchas veces es difícil establecer los límites entre estos dos tipos de Genesis, produciéndose en muchos de los casos al mismo tiempo. En el mapa de susceptibilidad a las inundaciones fluviales se representa con un color amarillo. |
| Alta | Corresponde a terrenos planos de muy baja pendiente, que se encuentran conformando el lecho actual del río, las llanuras inundables, terrazas bajas, zonas pantanosas y antiguos cauces del río; el substrato es de tipo fluvial y aluvial (arenas, limos y arcillas). Estas zonas fueron afectadas recientemente por desbordes del río Piura. En el mapa de susceptibilidad a las inundaciones fluviales se representa con un color rojo. |

Los límites establecidos en este informe de los diferentes rangos de susceptibilidad a inundaciones fluviales, no son definitivos y obedecen a la interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales disponibles a diferentes escalas y resoluciones; estos límites pueden ser ajustados si se realizan la interpretación de imágenes satelitales de alta resolución; también con el uso de modelos de elevación del terreno que permitan elaborar topografías finas de mayor detalle. Estas categorías de susceptibilidad también podrán ser obtenidos por medio del modelamiento o simulación de inundaciones.

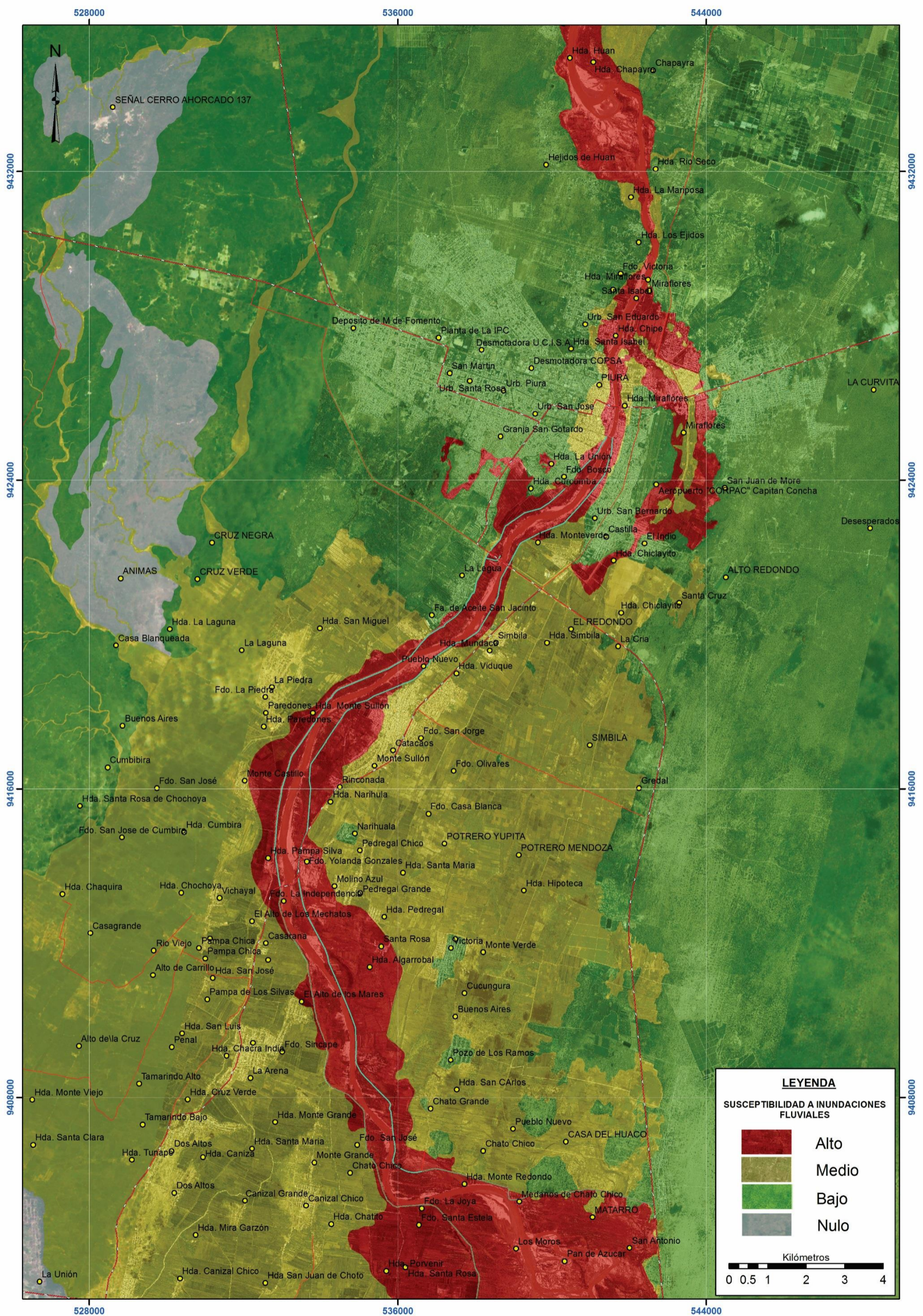


Figura 16: Zonificación de la susceptibilidad a las inundaciones fluviales entre la presa Los Ejidos y La Unión. (Los límites son referenciales y pueden ser ajustados con trabajos de mayor detalle).

4.1.8 CONCLUSIONES

- La pendiente dominante en el tramo comprendido entre la presa Los Ejidos y la localidad de la Unión no supera los 5° de inclinación; pudiendo ser mayor en sectores de acantilados, bordes de terrazas y laderas de dunas, las cuales podrán ser puestas de manifiesto si se tiene una topografía de detalle, insumo principal para realizar un análisis más preciso de terrenos plano-ondulados.
- El río Piura es un valle costero, con un curso principal que se abre paso en su cuenca baja por una amplia planicie de relieve plano-ondulada, conformada por secuencias sedimentarias (areniscas, conglomerados, limolitas) y depósitos superficiales de origen fluvial-aluvial (gravas, arenas y limos).
- Las geoformas identificadas a lo largo de la zona en este estudio semidetallado son de relieves de colinas y lomadas modeladas en rocas sedimentaria, llanura inundable, terraza aluvial, piedemontes aluvio-torrenciales, mantos de arenas, dunas fósiles, llanura costera, quebradas secas, lagunas y cuerpos de agua.
- El río Piura configura varios niveles de terrazas donde se desarrolla una intensa actividad agrícola, la cual borra la evidencia de antiguos niveles de terrazas y brazos del río; en el sector Catacaos el río Piura configuró en el pasado meandros que le servían para poder transportar los grandes volúmenes de agua excepcionales relacionados a los fenómenos de El Niño.
- La configuración actual del río Piura en la zona de estudio presenta una reducción en su ancho de cauce en el tramo que atraviesa la ciudad de Piura, por la presencia de puentes y la construcción de viviendas muy cerca del cauce del río.
- El área urbana en la ciudad de Piura se ha desarrollado principalmente sobre terrazas aluviales altas y la planicie costera; extendiéndose en la actualidad hacia la zona norte y este de la ciudad, ocupando terrazas, dunas fósiles y antiguos cauces o brazos del río Piura.
- En la actualidad ya no se puede observar la configuración de meandros como consecuencia de que el río fue encajonado por muros de encauzamiento de tierra en ambos márgenes; estos muros de encauzamiento tienen una longitud de 45,2 km en su margen derecha (este sale de los límites de la zona evaluada) y de 30,5 km en la margen Izquierda; es así que en periodos de crecidas excepcionales los volúmenes de agua tienden a ocupar toda la superficie de valle comprendido entre ambos muros de encauzamiento.
- Como consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales asociadas al evento de El Niño Costero, caídas en la región Piura en el mes de marzo del 2017, se generaron caudales que alcanzaron un máximo volumen el día 27 de marzo. Se registró en el puente Sánchez Cerro 3 468 m³/s, que significó una crecida excepcional del río Piura, cuyo cauce no fue capaz de evacuar el agua excedente, produciéndose desbordes hacia zonas planas ubicadas cerca al valle del río (llanuras inundables, terrazas bajas y medias) donde se ubica el centro de Piura, la urbanización el Chipe y Castilla; así como también procesos de erosión fluvial que afectó terrenos de cultivo y viviendas localizadas muy cerca del cauce del río (represa Los Ejidos).

- Las inundaciones ocurridas entre las localidades Simbilá y Chato Chico, tienen como causa principal la erosión fluvial sufrida en cinco puntos del muro de encauzamiento de tierra (dique) de la margen izquierda del río Piura.
- Los factores condicionantes de las inundaciones sufridas en el tramo evaluado son: la baja pendiente del terreno y del río Piura; la configuración geomorfológica en la zona; el substrato rocoso y tipo de suelos; la ocupación del suelo sin ninguna planificación previa; la presencia de cauces colmatados y con vegetación ribereña muy crecida; y la construcción de estructuras que a la larga se constituyen obstáculos para el libre discurrir de las aguas del río.
- El detonante de las inundaciones fue la precipitación pluvial intensa, consideradas excepcionales (Niño Costero), caídas en la zona durante la presente temporada de lluvias 2017.
- La zonificación de la susceptibilidad a las inundaciones fluviales de la zona evaluada, fue realizada utilizando el criterio geomorfológico y la experiencia propia del especialista para definir los límites de los rangos de susceptibilidad; se tuvo como insumos principales para esta zonificación: 1) el mapa geomorfológico donde se reconoció diferentes niveles de terrazas aluviales, llanuras de Inundación y cauces antiguos; 2) el tipo de substrato; y 3) procesos de inundación identificados.
- Se determinaron cuatro rangos o categorías de susceptibilidad a las inundaciones que van desde muy baja o nulo a Alta.

5. CUADROS CON DESCRIPCIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS QUE AFECTARON POBLACIONES, CARRETERAS, INFRAESTRUCTURA Y ÁREAS DE CULTIVO

En esta sección se presentan los cuadros donde se describe los peligros geológicos y geo-hidrológicos identificados en los tres sectores de trabajo en los que fue dividida la región Piura debido a su gran extensión territorial.

Los trabajos de campo se realizaron entre el 19 de mayo y el 17 de junio del presente. Los cuadros fueron agrupados según la infraestructura que resultó afectada y dentro de estos se diferencia la tipología de peligros, se hace una descripción de los procesos geodinámicos, la vulnerabilidad, los daños ocasionados y las recomendaciones generales a tener en cuenta para mitigar o reducir los efectos de estos eventos.

Se presenta a continuación los cuadros de síntesis de peligro geológico de cada uno de los subsectores trabajados:

SECTOR 2A: Piura (Provincias de Sullana y Ayabaca)

(Freddy Jaimes Salcedo & Yuly Mamani Pachari)

El sector 2A que comprende las provincias Sullana y Ayabaca, abarca un área de 10 066 km², en los cuales se realizó los trabajos de campo en valles de la Cordillera Occidental de los Andes; así se tiene los cuadros 5.1 al 5.3, donde se describen los peligros detonados por las fuertes lluvias del evento El Niño Costero y los daños causados por estos a los diferentes tipos de infraestructura y medios de sustento económico:

Cuadro 5.1: Centros poblados afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

| TIPO DE PELIGRO | SECTOR/POBLADO (Distrito) (CODIGO) | PROVINCIA | COMENTARIO GEODINÁMICO | VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS | RECOMENDACIONES |
|--------------------|--|-----------|---|---|---|
| INUNDACIÓN FLUVIAL | El Alamor (2A-01) | Sullana | Río fronterizo con amplia llanura de inundación, quebrada que confluye en río no está canalizada. | Inundación de márgenes de ribera de río Alamor. | Reubicación de las viviendas de la margen derecha que han sido afectadas por este último fenómeno |
| | Chaylo (2A-02) | Sullana | En esta localidad afloran areniscas y lutitas de las Formaciones Jaguay Negro y Encuentros. | El poblado Chaylo fue afectado por el ingreso parcial de las aguas de la quebrada Cerezo, amenazando con ingresar a todo el pueblo; sin embargo, este dejó una terraza de 1.5 de altura, producto del socavamiento de la crecida de esta quebrada. Una parte de estas aguas discurría por medio del pueblo causando temor en sus pobladores de la parte baja. | Canalización en el cauce de quebradas que limitan el poblado. |

| | | | | | |
|--|----------------------------|---------|---|--|--|
| | Hacienda Locuto (2A-03) | Piura | Llanura inundable y terrazas bajas de material limo arcilloso | fuerte erosión de las riberas, también se ha detectado en esta zona que las aguas sobrepasaron la terraza inundando extensas áreas de plantaciones de limón. | Defensa rivereña en el codo de la margen izquierda del río Piura, debido a que esta zona presenta extensas áreas de terrenos de plantaciones de limón y plátano. |
| | Tambogrande (2A-04) | Piura | Llanura de inundación del río Piura constituido de material arenoso, erosión de riberas e desborde de cause durante crecida del río. | En este sector se ha construido un dique de protección; sin embargo, esta protegió parcialmente ya que el agua de todas maneras traspasa esta barrera ingresando a la parte baja de esta parte del poblado | Reforzamiento de los diques que protegen el ingreso de agua a la población de Tambogrande, puesto que en este último fenómeno rebaso la altura del dique llegando a colmatar de agua a las calles cercanas a la ribera. |
| | Sullana ciudad (2A-05) | Sullana | Final de canal que proporciona agua al río Piura desde la Represa de Poechos, este es el lugar donde se incrementa el agua al río Piura. En el canal se puede ver las huellas a los niveles que llegó durante la época de lluvias, niveles máximos. | Incremento de agua al río Piura | Evitar la construcción de viviendas y el sembrío a lo largo de las márgenes, debido a que estas zonas corresponden a antiguos cauces del río Piura, que naturalmente se activaran en una eventual crecida tal como sucedió con este último fenómeno. |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|---------|--|---|---|
| | Sullana (2A-06) | Sullana | quebrada de 10 m de ancho con riberas de material arenoso de 2 m de altura donde se ubican viviendas precarias. | Ingreso de agua a viviendas de la margen izquierda, zona donde el agua alcanzo hasta más de 3 m de altura llegando a inundar las viviendas cercanas a la ribera. | Reubicación de viviendas ubicadas en la margen izquierda de quebrada, cerca al cauce de quebrada. |
| FLUJOS (HUAICOS, DE LODO U OTROS) | Yanacones - Cieneguilla Sur (2A-07) | Sullana | En este lugar se puede observar cómo se obstruye el alcantarillado del Baden, con material que se viene erosionando del terraplén de la carretera tapando casi en un 50% el conducto, el cual podría provocar un embalse en esta parte y afectar la pista principal. | Obstrucción de canal de alcantarilla. Carretera Piura - Sullana Km 1030 +- 082 | Rehabilitación de pontón. |
| | Yanacones (2A-08) | Sullana | Baden de carretera dañado en quebrada poco canalizada cubierta por sectores por desmonte y basura | Obstrucción del paso de vehículos hacia Tambogrande Las Lomas, durante la duración del fenómeno del Niño Costero, a la vez ponía en peligro a viviendas cercanas a la ribera. | Rehabilitación de badén y limpieza de cause. |
| | Palmeras (2A-09) | Sullana | en este sector afloran rocas sedimentarias de la Formación Chira, el cual genera un talud casi vertical, que provoca caída de rocas, cubriendo parte de la cuneta. | Obstrucción de pista asfaltada y cunetas. | Bajar el ángulo de talud, mediante el terraceo para evitar obstrucción de carretera. |

| | | | | |
|--|----------------|--|--|--|
| <p>Santa Elena (2A-10)</p> | <p>Sullana</p> | <p>Esta quebrada soporto el agua en un nivel superior a los 2 m, casi llegando al nivel de la plataforma del puente, haciendo que los estribos soportaran toda la presión de agua. De no ser por el enrocado que tiene las partes laterales del estribo estos hubieran sufrido daños en sus estructuras.</p> | <p>Colmatación con flujo de detritos.</p> | <p>Reforzar los estribos del puente en ambas márgenes.</p> |
| <p>Hacienda Poechos (2A-11)</p> | <p>Sullana</p> | <p>El reservorio de Poechos cuya capacidad de almacenamiento al inicio de su construcción fue de 1000 millones de m³, pero desde sus inicios hasta la actualidad, esta ha ido colmatándose de material detrítico reduciendo su capacidad de almacenamiento a menos del 50%.</p> | <p>Retención de palizadas y basura.</p> | <p>Mantenimiento constante de represa, limpieza de palizada y sedimentos acumulados.</p> |
| <p>Nueva Esperanza – Sauce (2A-12)</p> | <p>Sullana</p> | <p>El basamento de la quebrada en este sector, está conformado principalmente por lutitas de la Formación Huasimal, intruidas por gabros. Esta quebrada corta a la carretera Sullana – Alamor.</p> | <p>Obstrucción de pista asfaltada, en las márgenes se observa marcas dejadas por las últimas crecidas de agua por el fenómeno del Niño Costero, llegando a colmatar todo el cauce e inclusive los niveles de agua subieron hasta las terrazas.</p> | <p>Descolmatación de flujos de detritos acumulados en la intersección de la quebrada con la carretera y la construcción a futuro de puentes con tubos de alcantarillas, que permita que la carretera esté operativa incluso en épocas de lluvia.</p> |

| | | | | | |
|--|------------------------|---------|--|---|---|
| | Martinez (2A-13) | Sullana | Las márgenes de la quebrada litológicamente están constituidas por lutitas y areniscas de las Formaciones Huasimal y Jahuay Negro. | Obstrucción de pista asfaltada, Esta quebrada es afectada en tiempo de crecidas, logrando cubrir por completo la pista de agua y flujos de detritos, perjudicando el normal tránsito vehicular. | Descolmatación de flujos de detritos acumulados en la intersección de la quebrada con la carretera y la construcción a futuro de puentes con tubos de alcantarillas, que permita que la carretera esté operativa incluso en épocas de lluvia. |
| | Peña Blanca (2A-14) | Sullana | Sector donde el basamento está conformada principalmente de lutitas de la Formación Huasimal cortado por diques andesíticos. | Obstrucción de pista asfaltada. | Descolmatación de flujos de detritos acumulados en la intersección de la quebrada con la carretera y la construcción a futuro de puentes con tubos de alcantarillas, que permita que la carretera esté operativa incluso en épocas de lluvia. |

| | | | | | |
|--|------------------------|---------|--|---|---|
| | Peña Blanca (2A-15) | Sullana | Basamento conformado principalmente por lutitas de la Formación Huasimal. | En este punto se observa un puente con dos tubos acanalados de alcantarilla, los cuales soportaron la gran cantidad de agua que discurrió por esta quebrada; sin embargo, las márgenes de este puente mostraban el colapso que sufrieron sus estructuras, causadas por las aguas que discurrían por las cunetas, las cuales socavaron el piso, en ambos flancos del puente. | Descolmatación de flujos de detritos acumulados en la intersección de la quebrada con la carretera y la construcción a futuro de puentes con tubos de alcantarillas, que permita que la carretera esté operativa incluso en épocas de lluvia. |
| | Venados (2A-16) | Sullana | Las márgenes de esta quebrada en este sector, están constituidas por lutitas, arenisca de las formaciones Huasimal y Jaguay Negro. | Colapso de canal y aislamiento de puente, las aguas discurrieron por todo el ancho de la quebrada, según información, el agua inclusive llegó a sobrepasar el nivel del puente y los flujos de detritos taparon por completo los canales del puente, permitiendo que el agua se desborde por la parte lateral. | Construcción de un nuevo puente que duplique hasta triplice la actual luz del puente, por ser esta una principal ruta de conexión con el vecino país del Ecuador. |

| | | | | | |
|--|---------------------|---------|--|--|---|
| | Cerezal (2A-17) | Sullana | El basamento de la quebrada está constituido principalmente por lutitas de la Formación Huasimal. Quebrada que corta la carretera asfaltada hacia la frontera del Ecuador. | Obstrucción de pista asfaltada, aquí hubo una gran acumulación de flujos de detritos y la inundación de esta zona, cuyos remanentes aún se conservan en la carretera, impidiendo el paso de unidades vehiculares. | Descolmatación de flujos de detritos acumulados en la intersección de la quebrada con la carretera y la construcción a futuro de puentes con tubos de alcantarillas, que permita que la carretera esté operativa incluso en épocas de lluvia. |
| | Huasimal (2A-18) | Sullana | Las márgenes están constituidas por un basamento de lutitas de la Formación Huasimal. | Obstrucción de pista asfaltada, este sector ha sido afectado por la acumulación de flujos de detritos en la carretera y la consecuente inundación de esta zona, impidiendo el normal tránsito vehicular. Actualmente la carretera ha sido habilitada por un costado de la principal; sin embargo, en época de lluvias este perjudico el normal tránsito por esta zona. | Descolmatación de flujos de detritos acumulados en la intersección de la quebrada con la carretera y la construcción a futuro de puentes con tubos de alcantarillas, que permita que la carretera esté operativa incluso en épocas de lluvia. |
| | Orquetas (2A-19) | Sullana | Cauce de la quebrada en mención, que en esta parte incrementaron sus niveles de agua afectando los sembríos de las terrazas bajas. | Obstrucción de carretera afirmada. | Rehabilitación y evacuación de una vivienda ubicada en el cauce. |

| | | | | | |
|--|-----------------------------|---------|--|---|---|
| | San Francisco (2A-20) | Sullana | En este sector corresponde a la intersección de la quebrada en mención con la carretera Sullana – Lancones. | Carretera Obstruida, donde se ha acumulado gran cantidad de detritos en la pista y represando al mismo tiempo el agua, que perjudico el paso normal de vehículos hacia la frontera. | Rehabilitación y desagüe de agua empozada. |
| | Santa Rosa El Salto (2A-21) | Piura | Quebrada de 25 m de ancho evidenciando erosión de márgenes y socavamiento de cause lo que desestabilizo la estructura del puente | Flujo de detritos, colmatación de quebrada. | Reforzamiento en los estribos de los puentes en mención a fin de que estos no sufran daños en sus estructuras. |
| | Tupac Yupanqui (2A-22) | Piura | Quebrada evidenciando erosión de márgenes. | Flujo de detritos, colmatación de quebrada. | Reforzamiento en los estribos de los puentes en mención a fin de que estos no sufran daños en sus estructuras. |
| | Pedregal (2A-23) | Piura | Quebrada evidenciando erosión de márgenes. | Flujo de detritos, colmatación de quebrada. | Reforzamientos de los estribos de los puentes en mención a fin de que estos no sufran daños en sus estructuras. |

| | | | | | |
|--|---|--------------|---|---|---|
| | <p>Hacienda Piedra Rajada (2A-24)</p> | <p>Piura</p> | <p>Se trata de una terraza relleno de material eólico. Se observa un puente con alcantarillado de ocho tubos, donde se puede observar que los tubos han sido obstruidos parcialmente por material detrítico, las aguas de la quebrada en el fenómeno del niño Costero han sobrepasado los niveles de la altura del puente, actualmente en reparación. Actualmente se puede observar la gran cantidad de detritos acumulados en este sector los cuales ya fueron removidos y aún persisten en las márgenes del puente.</p> | <p>Flujo de detritos obstruyendo tubos de alcantarilla.</p> | <p>Descolmatación de la ribera y de la tubería de alcantarilla, debido a que el agua prácticamente rebaso el piso del puente.</p> |
| | <p>Tongal (2A-25)</p> | <p>Piura</p> | <p>Quebrada donde se observa el arrastre de flujo de detritos con bloques de hasta 50 cm, este presenta una pendiente moderada, por lo tanto, en tiempo de crecidas el agua baja con fuerte energía que pone en riesgo viviendas asentadas cerca al cauce, así mismo este puede llegar a perjudicar el badén de la carretera.</p> | <p>Obstrucción de carretera por flujo de detritos.</p> | <p>Enrocado de la margen izquierda, ya que la erosión de la margen está a punto de entrar en contacto con la carretera y el canal existe en esta parte.</p> |

| | | | | | |
|--|------------------------|---------|---|---|---|
| | Pampa Elera (2A-26) | Piura | Esta quebrada tiene una pendiente moderada que se incrementa a medida que uno se acerca a sus orígenes, esta fuerte pendiente hace que el agua baje con fuerte energía y arrastre detritos con bloques sub redondeados de hasta 1 m de diámetro, todos de naturaleza volcánica, que prácticamente cubre la carretera, impidiendo el normal tránsito vehicular y peatonal, además de que pone en riesgo las viviendas cercanas a este cauce. | Obstrucción de carretera por flujo de detritos. | Construcción de un puente, debido a que esta quebrada arrastra grandes bloques de rocas y en tiempos de lluvia aísla a todo el valle de Chipillico. |
| | Sullana (2A-27) | Sullana | El río colmata los alcantarillados y sobrepasa el agua por encima de la carpeta asfáltica, actualmente en reparación, aquí se acumuló gran cantidad de flujo de detritos que inclusive represo el agua en este puente. | Obstrucción de alcantarillado de puente. | Limpieza y descolmatación del cauce y de los tubos de alcantarilla, los cuales se encuentran saturados con flujo de detritos. |

| | | | | | |
|-----------------|---------------------------------|---------|---|--|---|
| EROSIÓN FLUVIAL | La Orca (2A-28) | Sullana | Esta laguna se generó por la acumulación de agua recibida de las diferentes quebradas que confluyen en esta en esta depresión, perjudicando los terrenos de cultivos que en esta parte existían, al no tener salida hacia el río Chira, esta inclusive llegó a afectar parte de la carretera asfaltada Sullana Frontera Perú – Ecuador. | Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo | habilitación de un desagüe de laguna |
| | Hacienda San Agustín (2A-29) | Sullana | Erosión de riberas, la crecida del río erosionó la terraza de 3 m de la margen derecha, donde el agua se ha quedado empozada el cauce principal del río de ubica en la margen izquierda. | En este sector el río se desbordo y erosionó parte de las terrazas perjudicando las plantaciones de plátanos y otra parte ha sido inundada dejando inservibles las plantaciones. | Defensa ribereña con enrocado, debido a que se viene perdiendo extensas áreas de terrenos de cultivo. |
| | Puente los Serranos (2A-30) | Sullana | El antiguo cauce del río que antes del fenómeno del Niño Costero discurría por la parte central del valle, ahora el nuevo cauce va pegado a la margen derecha dejando a su paso escarpas de más de 10 m. | Erosión de riberas y pérdida de terrenos de cultivo | Defensa ribereña con enrocado, debido a que se viene perdiendo extensas áreas de terrenos de cultivo. |

| | | | | | |
|--|---------------------------------|---------|--|--|---|
| | Pueblo Nuevo Santa Cruz (2A-31) | Sullana | Se trata de una terraza conformada por arenas y gravas. | El río ha erosionado las terrazas, arrasando con plantaciones de plátano y dejando terrazas con horizontes verticales, según el dueño de estas parcelas el señor Julio Inga Chiroque, se han perdido terrenos de aproximadamente de 70 Ha. | Defensa ribereña con enrocado, debido a que se viene perdiendo extensas áreas de terrenos de cultivo. |
| | Querecotillo (2A-32) | Sullana | Este lugar que eran terrenos de cultivo ha sido afectado por la inundación y erosión de laderas, en la foto se puede ver como las plantaciones de plátano han cedido formando una escarpa. | Erosión de riberas y pérdida de terrenos de cultivo. | Defensa ribereña con enrocado, debido a que se viene perdiendo extensas áreas de terrenos de cultivo. |
| | Querecotillo (2A-33) | Sullana | Zona donde existe un canal que lleva consigo aguas contaminadas hacia el río Chira, que trajo como consecuencia en este último fenómeno el desborde de este canal, provocando la inundación de grandes hectáreas de plantaciones de plátano. | Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo. | Defensa ribereña con enrocado, debido a que se viene perdiendo extensas áreas de terrenos de cultivo. |
| | Querecotillo (2A-34) | Sullana | Lugar donde se muestra, la erosión de ribera que hace aflorar aguas contaminadas provenientes de Querecotillo. | Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo. | Defensa ribereña con enrocado, debido a que se viene perdiendo extensas áreas de terrenos de cultivo. |

| | | | | | |
|--|---------------------------------|---------|---|---|--|
| | Pueblo Nuevo Santa Cruz (2A-35) | Sullana | Corresponde a la margen derecha del rio Chira, donde se aprecia la gran erosión de riberas y las extensas áreas de terrenos de cultivo que fueron inundadas, que aún se pueden ver vestigios y la versión de los comuneros. | Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo. | Defensa ribereña con enrocado, debido a que se viene perdiendo extensas áreas de terrenos de cultivo. |
| | Hacienda San Agustín (2A-36) | Sullana | Terraza antigua, donde el agua alcanza hasta 5 m de altura, donde se puede apreciar que inundo parte de las plantaciones de plátano de esta margen del rio, los rastros dejados por esta inundación aún se pueden ver en los árboles y las palizadas que estas dejaron a su paso. | Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo. | Defensa ribereña con enrocado, debido a que se viene perdiendo extensas áreas de terrenos de cultivo. |
| | Marán (2A-37) | Sullana | Basamento de material aluvial antiguo. gran cantidad de detritos acumulados en esta quebrada. La margen izquierda que es la terraza más baja que se confunde con una extensa planicie, ha permitido el ingreso de grandes volúmenes de agua. | Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo. | Construcción de un nuevo puente o Baden el cual fue arrasado por la crecida de agua. Actualmente están en proceso de reconstrucción de las alcantarillas que fueron removidas por el agua. |

| | | | | | |
|--|-----------------------|---------|--|---|--|
| | Chipillico (2A-38) | Piura | Sector donde se puede apreciar que el río ha ganado terreno. El antiguo cauce estaba situado en la margen derecha, pero actualmente luego del fenómeno del Niño Costero el río pasa pegado hacia la margen derecha, También se puede ver en la margen izquierda como el río socavo dejando terrazas de más de 2 m. | Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo. | Enrocado de la margen izquierda, ya que la erosión de la margen está a punto de entrar en contacto con la carretera y el canal existe en esta parte. |
| | Chirinos (2A-39) | Ayabaca | La crecida de este río ha provocado el ensanchamiento de su cauce, trayendo consigo el arranque en varios sectores de terrenos de cultivo y dejando escarpas verticales en sus márgenes. | Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo | Realizar construcciones cerca de la margen de la quebrada Tiradera |
| | Cirhuela (2A-40) | Ayabaca | En este sector el río arrastro gran cantidad de detritos con bloques de más de 1 m. | Afecto a la vivienda que se encuentra en la margen izquierda, también ocasionó la erosión de la ribera de la margen derecha, afectando varias hectáreas de terrenos de cultivo. | Evitar construcciones cerca de la margen y realizar sembríos en el cauce del río, así como en terrazas bajas inundables. |
| | Sullana (2A-41) | Sullana | Corresponden a rocas intrusivas, donde se describen zonas de derrumbes con las mismas características. | Inundación de ambas márgenes. | Estabilización de taludes mediante la construcción de andenería y reforestado. |

| | | | | | |
|--------------------|------------------------------|---------|--|---|---|
| DESlizamiento | Tierra Colorada (2A-42) | Ayabaca | pequeña quebrada que ocasiono inundación en sus márgenes, cubriendo con agua las chacas existentes en este lugar. | Entierro parcial de la parte posterior de colegio de la zona. | Estabilización de talud de carretera y limpieza de material caído |
| INUNDACIÓN PLUVIAL | Los Encuentros (2A-43) | Sullana | Este sector corresponde a la margen izquierda de la quebrada, que no fue afectado por las crecidas del rio; sin embargo, las viviendas se inundaron de las aguas provenientes de las terrazas altas. | Inundación de casas. | Reconstrucción y canalización de pequeñas quebradas que discurren hacia el poblado |
| | Encuentros (2A-44) | Sullana | Poblado ubicado en margen derecha de quebrada Jahuay Negro, pequeñas quebradas confluyen por medio del poblado. | Flujo de detritos e inundación parcial de poblado, aislamiento por dos meses, falta de energía eléctrica durante tres meses. | Evitar construir viviendas cerca al cauce de quebradas, canalización de quebradas pequeñas. |
| | Rancho Palo Verde (2A-45) | Piura | zona urbana ubicada en llanura, sobre la que discurre una acequia de 2 m de ancho. | zona con mayores daños de inundación de viviendas, por aguas provenientes de un canal, el cual colapso su capacidad desbordando hacia el barrio Palo Verde. | Limpieza de este canal y la ampliación de su capacidad de recepción de aguas pluviales. |

Cuadro 5.2: Tramos carreteros afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

| TIPO DE PELIGRO | TRAMO DE CARRETERA (Distrito) (CODIGO) | PROVINCIA | COMENTARIO GEODINÁMICO | VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS | RECOMENDACIONES |
|--------------------|---|-----------|---|--|--|
| INUNDACIÓN FLUVIAL | Carretera Sullana - Huasimal / Sector de Pilares (2A-46) | Sullana | Quebrada que arrastra flujos de detritos con bloques sub angulosos, aparentemente de poca energía, la pendiente de esta quebrada es suave y las aguas alcanzaron niveles de hasta 1 m sin sobrepasar las terrazas. | Colmatación con flujos de detrito provenientes de quebrada e inundación. | Construcción de badenes con tubos de alcantarilla. |
| | Carretera Sullana - Huasimal / Sectores de Gramadal - Cerezal (2A-47) | Sullana | Quebrada que arrastra flujo de detritos y palizadas, se trata de una quebrada de poca pendiente, por donde pasa la carretera hacia la Peñita, en época de intensas lluvias esta es interrumpida por el aumento del caudal del rio, impidiendo el paso vehicular. | Colmatación con flujos de detrito provenientes de quebrada e inundación. Afectó 90 m de carretera. | Construcción de badenes con tubos de alcantarilla. |
| | Carretera Camarones - Briones / Sector de Camarones (2A-48) | Sullana | Quebrada que arrastra flujo de detritos angulosos a sub angulosos de 20 cm de diámetro, presenta poca pendiente y sus terrazas son altas que no perjudica a terrenos contiguos, a excepción de la carretera que cruza está quebrada es afectada en época de fuertes crecidas. | Colmatación de quebrada con detritos e inundación. Afectó 40 m de carretera. | Construcción de badenes con tubos de alcantarilla. |

| | | | | |
|---|---------|---|---|---|
| Carretera Briones - laguna Larga / Sector el Garrotazo (2A- 49) | Sullana | Se trata de una quebrada amplia de más de 35 m de ancho, que arrastra flujo principalmente de detritos, la suave pendiente y las bajas terrazas que se presentan hacen que inunde fácilmente sus riveras sobre todo en época de fuerte avenida. | Colmatación con flujos de detrito provenientes de quebrada e inundación. Afectó 34 m de carretera. | Construcción de badenes con tubos de alcantarilla. |
| Carretera Briones - El Alumbre / Sector Alumbre (2A-50) | Sullana | Esta quebrada, presenta terrazas altas, que permite que el agua no salga de su cauce, principalmente arrastra flujos de detritos con aguas lentas por la pendiente muy baja que esta presenta, en este sector cruza la carretera que conduce a Laguna Larga, siendo interrumpida en época de crecida. | Colmatación con flujos de detrito provenientes de quebrada e inundación. Afectó 160 m de carretera. | Se recomienda la construcción de badenes con tubos de alcantarilla. |
| Carretera Sullana - Chilaco / Sector de Hacienda Chilaco (2A-51) | Sullana | Zona de represamiento, en este sector se acumuló gran cantidad de flujo de detritos arrastrado por la quebrada, que trajo consigo el represamiento de agua en esta zona y el colapso de los tubos de alcantarilla que existía en esta zona. Actualmente este está en proceso de reparación con la colocación de nuevos tubos de alcantarilla. | Colmatación con flujos de detrito provenientes de quebrada e inundación. Afectó 60 m de carretera. | Rehabilitación y limpieza de carretera |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|---------|--|---|--|
| | Carretera Tambo Grande - Represa San Lorenzo / Quebrada Honda (2A-52) | Piura | Convergencia de dos riachuelos, que arrastran flujo de detritos, los cuales no afectan su recorrido. | Obstrucción de carretera e inundación parcial. Afectó 100 m de carretera. | Descolmatación de flujo de detritos. |
| FLUJOS (HUAICOS, DE LODO U OTROS) | Carretera Las Lomas - Paimas / Quebrada La Saucha (Paimas) (2A-53) | Ayabaca | Basamento de rocas volcánicas. La quebrada un ancho aproximado de 100 m, corta a la carretera asfalta Las Lomas – Paimas, en el cauce se puede observar la gran cantidad de detritos arrastrado por sus aguas y extendido en todo el cauce, presenta una pendiente suave a moderada por lo que las aguas que discurren llegan a enlaganarse en la intersección con la carretera. | Puntos de intersección de carretera con quebradas de moderada pendiente afluentes del río Quiroz, que en todos los casos arrastran bloques de hasta 2 m de diámetro, estos en el último fenómeno afectaron gran parte de estas intersecciones. Afectó 100 m de carretera. | Construcción de badenes con tubos amplios de alcantarilla. |

| | | | | |
|--|----------------|--|--|---|
| <p>Carretera Las Lomas - Paimas / Higuerón (Paimas) (2A-54)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>El entorno de esta quebrada está constituido por un basamento de rocas volcánicas. Durante la época de lluvias este arrastra flujo de detritos cuyo diámetro mayor es de 30 cm, presenta una pendiente ligeramente inclinada, que permite que el agua baje con gran energía y acumule el material detrítico en la carreta y provoque inundación de la misma, impidiendo el normal tránsito de vehículos y peatones.</p> | <p>Puntos de intersección de carretera con quebradas de moderada pendiente afluentes del río Quiroz, que en todos los casos arrastran bloques de hasta 2 m de diámetro, estos en el último fenómeno afectaron gran parte de estas intersecciones. Afectó 100 m de carretera.</p> | <p>Construcción de badenes con tubos amplios de alcantarilla.</p> |
| <p>Carretera Las Lomas - Paimas / Quebrada Culqui (Paimas) (2A-55)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>En su entorno afloran rocas volcánicas. Esta quebrada tiene una pendiente moderada, que a pesar de ser corta arrastra gran cantidad de flujo de detritos con bloques de hasta 1m, que cubre por completo el Baden existente.</p> | <p>erosión de las márgenes perjudicando plantaciones de maíz y erosionando la parte baja, dejando al Baden literalmente colgado, así como poniendo en peligro las viviendas asentadas cerca a la orilla. Afectó 50 m de carretera.</p> | <p>Construcción de badenes con tubos amplios de alcantarilla.</p> |

| | | | | | |
|--|---|---------|--|--|---|
| | Carretera Paimas - Ayabaca / Quebrada Sanchaya (Ayabaca) (2A-56) | Ayabaca | Litológicamente en la zona afloran rocas volcánicas andesíticas y dacíticas. En la quebrada se observa una pendiente fuerte | El flujo de detritos generado en las últimas lluvias, arrastro grandes bloques de hasta 2 m de diámetro, que cubre la carretera por completo impidiendo el paso por completo de la misma. Afectó 100 m de carretera. | Construcción de badenes con tubos amplios de alcantarilla. |
| | Carretera Paimas - Ayabaca / Arrepite Bajo (Ayabaca) (2A-57) | Ayabaca | Roca de basamento de composición volcánica. Este sector presento un deslizamiento con flujo de lodo que cubrió gran parte de la carretera, trajo consigo grandes bloques de roca volcánica. | Obstrucción de vía. Afectó 15 m de carretera. | Bajar el ángulo de talud realizando obras de andenería en cada uno de estos puntos a fin de estabilizar los deslizamientos. |
| | Carretera Paimas - Ayabaca / Arrepite Bajo (Ayabaca) (2A-58) | Ayabaca | Se trata de una quebrada profunda con fuerte pendiente, que arrastra en tiempo de avenidas flujos de detritos con enormes bloques de roca de hasta 2 m de diámetro que interrumpen la vía relleno de material arrastrado por el agua y ocasionalmente ruptura de la carreta. | Puntos de intersección de carretera con quebradas de moderada pendiente afluentes del río Quiroz, que en todos los casos arrastran bloques de hasta 2 m de diámetro, estos en el último fenómeno afectaron gran parte de estas intersecciones. Afectó 25 m de carretera. | Construcción de badenes con tubos amplios de alcantarilla |

| | | | | |
|--|----------------|---|---|--|
| <p>Carretera Paimas - Ayabaca / Este de Puente Tondopa (2A-59)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>Basamento de rocas volcánicas y niveles de calizas. En este sector se observa la caída de flujos de lodo, que cubrieron parcialmente la carretera.</p> | <p>Puntos de intersección de carretera con quebradas de moderada pendiente afluentes del río Quiroz, que en todos los casos arrastran bloques de hasta 2 m de diámetro, estos en el último fenómeno afectaron gran parte de estas intersecciones. Afectó 50 m de carretera.</p> | <p>Construcción de badenes con tubos amplios de alcantarilla</p> |
| <p>Carretera Paimas - Ayabaca / Quebrada Buenos Aires, Zamba (2A-60)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>Quebrada que corta un Baden de cemento, donde se observa una fuerte pendiente que arrastra flujo de detritos con grandes bloques de hasta 1 m de diámetro, que afectan al Baden.</p> | <p>Puntos de intersección de carretera con quebradas de moderada pendiente afluentes del río Quiroz, que en todos los casos arrastran bloques de hasta 2 m de diámetro, estos en el último fenómeno afectaron gran parte de estas intersecciones. Afectó 50 m de carretera.</p> | <p>Construcción de badenes con tubos amplios de alcantarilla</p> |

| | | | | | |
|--|---|---------|--|---|--|
| | Carretera Las Lomas - Paimas / Minas de Jambur (2A-61) | Ayabaca | Sector donde se observa flujo de detritos con bloques mayores a 50 cm, principalmente compuesto por rocas volcánicas, que afecta completamente la carretera y daña las estructuras del Baden y podría dañar las viviendas cercanas a sus márgenes. | Puntos de intersección de carretera con quebradas de moderada pendiente afluentes del río Quiroz, que en todos los casos arrastran bloques de hasta 2 m de diámetro, estos en el último fenómeno afectaron gran parte de estas intersecciones. Afectó 100 m de carretera. | Construcción de badenes con tubos amplios de alcantarilla. |
| | Carretera Suyo - Zapallal / Quebrada Suyo (2A-62) | Ayabaca | Sector donde se observa flujo de detritos con bloques de 2 m de diámetro, afectando completamente la carretera, hasta obstruirlo. | Obstrucción de vía y cuneta. Afectó 10 m de carretera. | Evitar construcciones cerca de la margen y realizar sembríos en el cauce del río, así como en terrazas bajas inundables. |
| | Carretera Suyo - Zapallal / Quebrada Las Armas (2A-63) | Ayabaca | gran cantidad de flujos de detritos y bloques obstruyendo la carretera y la erosión de sus márgenes, afectando extensos terrenos de cultivo. | Interrupción de vía y erosión de riberas. Afectó 20 m de carretera. | Evitar construcciones cerca de la margen y realizar sembríos en el cauce del río, así como en terrazas bajas inundables. |
| | Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera) / Quebrada el Almendro (2A-64) | Ayabaca | Quebrada de 10 m de ancho con flujo de agua, llanura de inundación cubierta por bloques de hasta 1 m de diámetro, terrazas bajas. | Carretera es interrumpida durante la crecida de la quebrada, que arrastra flujo de detritos y bloques de más de 1 m de diámetro. Afectó 20 m de carretera. | Rehabilitación de vía, construcción de badén. |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| | Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera) / Las Monjas (2A-65) | Ayabaca | afloran rocas volcánicas de la Formación San Lorenzo. Quebrada de 10 m de ancho. | En esta quebrada, los niveles de agua se incrementaron hasta más de 3 m de su actual nivel, afectando el Baden, donde se aprecia la rotura del concreto. Afectó 100 m de carretera. | Rehabilitación de badén. |
| | Carretera Morropón - Chalaco / Margen izquierda Rio los Gailegas (2A-66) | Morropón | Lugar donde afloran rocas intrusivas de composición granítica, donde hubo caída de grandes bloques que afecto la carretera, la cual actualmente se está reforzando con enrocado. | Obstrucción de la carretera, la cual actualmente se está reforzando con enrocado. Afectó 50 m de carretera. | Desquinche de bloques colgados en la parte superior del talud, que podrían caer en próximas lluvias. |
| | Carretera Morropón - Chalaco / Paltashaco (2A-67) | Morropón | Lugar donde afloran rocas intrusivas graníticas intemperizadas, lugar donde baja una quebrada con mucha pendiente que arrastra flujos de detritos y grandes bloques de intrusivos. | Obstrucción total de vía, los flujos rompieron parte de la carretera, en la parte baja erosiono las riberas arrasando con terrenos de cultivo. Afectó 100 m de carretera. | Construcción de un puente. |
| | EROSIÓN FLUVIAL | Carretera La Bocana - Las Lomas / Tramo quebrada Montesillo Pichones (2A-68) | Piura | En este sector afloran rocas intrusivas de composición granodiorítico – tonalítica. | Colapso de carretera por erosión de ribera. Afectó 360 m de carretera. |

| | | | | |
|--|----------------|---|---|---|
| <p>Cacaturo - Miraflores / Sector de Miraflores (2A-69)</p> | <p>Piura</p> | <p>Basamento de rocas intrusivas de composición tonalita-granodiorita. En este sector se observa que el badén, fue afectado por la crecida del río, dejando solo parte de la estructura inservible.</p> | <p>Badén erosionado y roto por el río. Afectó 20 m de carretera.</p> | <p>Construcción de un puente con tubos de alcantarilla en un número que soporte las crecidas de agua en esta zona</p> |
| <p>Carretera Tambo Grande - Represa San Lorenzo / Quebrada San Francisco (2A-70)</p> | <p>Piura</p> | <p>Quebrada con ancho aproximado de 100 m, donde muestra vestigios del nivel de agua que alcanzo durante las últimas crecidas, la pendiente del río en este sector es suave.</p> | <p>Obstrucción de carretera y perdida de terrenos de cultivo. El agua alcanzó los 2 m de alto llegando a erosionar las riberas y hasta rebasar las terrazas, este río también es parte de los que incrementa el volumen de agua del río Piura. Afectó 100 m de carretera.</p> | <p>Construcción de un puente, ya que el sector de Yaranche queda aislado cuando crece el río.</p> |
| <p>Carretera Las Lomas - Paimas / Paraje Grande (río Quiroz) (2A-71)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>Corresponde al río Quiroz, en la transición de la Cordillera Occidental hacia la Llanura Costera, en este sector se puede observar como el río ha socavado la margen izquierda, hasta abrir un nuevo cauce y desaparecer por completo la pista que se ubicaba paralelo al río.</p> | <p>Colapso de plataforma de vía 100 m.</p> | <p>Realizar un enrocado en toda esta parte erosionada y no un simple relleno con material aluvial como actualmente se viene haciendo.</p> |

| | | | | | |
|--|--|---------|---|---|---|
| | Carretera Las Lomas - Paimas / Puente Quiroz (2A-72) | Ayabaca | En este sector hubo intensa erosión de la margen derecha, dejando prácticamente aislado al puente, ahora la nueva margen esta aproximadamente a 100 del puente original, así mismo el rio arrasó con extensas áreas de terrenos de cultivo. | Puente carrozable y peatonal aislado en la margen izquierda por nuevo cauce. Afectó 100 m de carretera. | ampliar la luz del puente, debido a que el ya existente quedo aislado por la erosión de la margen derecha del rio y actualmente se ha remediado rellenando la parte erosionada que no soportara una nueva avenida extraordinaria. |
| | Carretera Suyo - Zapallal / Confluencia Quebrada Cruz Roja - Quebrada Suyo (2A-73) | Ayabaca | Sector donde la carretera, el rio y la quebrada se interceptan, debido a la erosión de la margen izquierda del rio Suyo, se puede apreciar que hubo una intensa erosión de las márgenes, llevándose consigo extensas áreas de terrenos. | Perdida e inundación de terrenos de cultivo. Afectó 10 m de carretera. | Evitar construcciones cerca de la margen y realizar sembríos en el cauce del rio, así como en terrazas bajas inundables. |
| | Carretera Suyo - Zapallal / Santa Rosa (2A-74) | Ayabaca | Lugar donde se observa erosión de ribera de ambas márgenes del rio Suyo, en la margen derecha estuvo a unos metros de llevarse la carretera y de arrasarse con viviendas que están cercanas a la ribera. | Perdida e inundación de terrenos de cultivo. Afectó 100 m de carretera. | Evitar construcciones cerca de la margen y realizar sembríos en el cauce del rio, así como en terrazas bajas inundables. |
| | Carretera Suyo - Zapallal / Quebrada Suyo (2A-75) | Ayabaca | corresponde al área de confluencia de una quebrada con el rio Suyo y el arrastre de flujos de detritos, en ambos casos han erosionado las riberas. | Perdida e inundación de terrenos de cultivo. Afectó 100 m de carretera. | Evitar construcciones cerca de la margen y realizar sembríos en el cauce del rio, así como en terrazas bajas inundables. |

| | | | | |
|--|---------|---|--|--|
| Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera) / Carretera margen izquierda rio Quiroz (2A-76) | Ayabaca | En este sector afloran rocas volcánicas de la Formación San Lorenzo. En las fotos se observa que la carretera ha sido interrumpida por la mala construcción de las cunetas. | Interrupción de vía. Afectó 50 m de carretera. | Rehabilitación de la vía. |
| Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera) / Quebrada Santa Rosa (2A-77) | Ayabaca | Lugar donde afloran rocas volcánicas de la Formación San Lorenzo. En este sector las huellas dejadas por el agua, hacen notar que el agua incremento su nivel hasta en 5 m. | Interrupción de vía y colapso de badén, aislamiento de poblados de la parte baja del rio Quiroz. Afectó 30 m de carretera. | Rehabilitación, limpieza de cause |
| Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera) / Carretera a Surpampa (2A-78) | Ayabaca | Confluencia de dos quebradas que arrastran flujos de detrito y erosionando las riberas que se encuentran muy cerca de la carretera, al mismo tiempo afectando al Baden existente. | Interrupción de vía y colapso de badén. Afectó 50 m de carretera. | Reforzar el badén en las partes de las márgenes del rio donde ha causado estragos. |
| Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera) / Surpampa (2A-79) | Ayabaca | La quebrada cruza la carretera, que es afectada e interrumpe por la acumulación de flujo e inundación. | Interrupción de vía. Afectó 50 m de carretera. | Construcción de un Baden con tubería de alcantarilla, a fin de que no se aislé el poblado de Surpampa. |

| | | | | |
|---|---------|---|---|---|
| Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera) / Río Calvas (Frontera Perú - Ecuador) (2A-80) | Ayabaca | Se observa que el canal de regadío ha sido afectado por las últimas crecidas, este originalmente era de revestimiento de cemento, ahora se ha acondicionado provisionalmente. | Perdida de terrenos de cultivo. | Rehabilitar el canal arrasado por el río Macara. |
| Margen Izquierda río Chira / Sullana ciudad, margen izquierda río Chira (2A-81) | Sullana | Vista donde se observa el puente que cruza el río Chira de ingreso a Sullana, a la distancia se observa la cantidad de agua que se represa en esta zona y en estas últimas lluvias este se desbordo inundando las terrazas bajas. | Perdida de terrenos de cultivo. Afectó 50 m de carretera. | No realizar construcciones cerca de las riberas del río Chira, sobre todo en las terrazas más bajas. |
| Margen derecha río Piura (San Juan de Curumuy) (2A-82) | Piura | Llanura de inundación y terraza baja cultivada de la margen derecha del río Piura, el desborde del río habría inundado todos los cultivos de la terraza | Perdida de terrenos de cultivo. Afectó 1 km de carretera. | Recomienda evitar la construcción de viviendas y el sembrío a lo largo de las márgenes, debido a que estas zonas corresponden a antiguos cauces del río Piura, que naturalmente se activaran en una eventual crecida tal como sucedió con este último fenómeno. |

| | | | | | |
|--|---|---------|--|--|---|
| | Margen derecha rio Piura (El Molino) (2A-83) | Piura | Llanura de inundación del rio Piura constituido por material arenoso principalmente | Perdida de terrenos de cultivo e inundación. Afectó 1 km de carretera. | Evitar la construcción de viviendas y el sembrío a lo largo de las márgenes, debido a que estas zonas corresponden a antiguos cauces del rio Piura, que naturalmente se activaran en una eventual crecida tal como sucedió con este último fenómeno. |
| | Margen derecha rio Piura (La Palma) (2A-84) | Piura | Llanura de inundación del rio Piura constituido por material arenoso principalmente | Perdida de terrenos de cultivo e inundación. Afectó 500 m de carretera. | Evitar la construcción de viviendas y el sembrío a lo largo de las márgenes, debido a que estas zonas corresponden a antiguos cauces del rio Piura, que naturalmente se activaran en una eventual crecida tal como sucedió con este último fenómeno. |
| | Puente Sullana (2A-85) | Sullana | Se observan rasgos de desborde del rio Chira en ambas márgenes | Inundación de las planicies de la margen derecha. Afectó 500 m de carretera. | No realizar construcciones cerca de las riberas del rio Chira, sobre todo en las terrazas más bajas. |
| | Puente Sullana (2A-86) | Sullana | Se observan rasgos de desborde del rio Chira en ambas márgenes, erosión parcial de cause debajo de puente | Inundación de las planicies de la margen izquierda, veredas de malecón dañadas. Afectó 1 km de carretera. | No realizar construcciones cerca de las riberas del rio Chira, sobre todo en las terrazas más bajas. |

| | | | | | |
|--|---|---------|--|--|--|
| DESlizamientos, CAÍDA DE ROCAS U OTROS | Carretera Las Lomas - Suyo / Sector La Puerta Cruz Blanca (2A-87) | Ayabaca | Zona de caída de bloques, litológicamente en esta zona afloran rocas volcánicas de tobas y lavas de la Formación La Bocana, donde por el corte de la carretera se generaron taludes sub verticales. | Caída de rocas con obstrucción de vía. Afectó 20 m de carretera. | Estabilización de taludes realizando andenería y la limpieza de las cunetas en estas zonas que fueron afectados por el deslizamiento con flujos. |
| | Carretera Las Lomas - Suyo / Sector de Palo Blanco (2A-88) | Ayabaca | Litológicamente en la zona afloran tobas y lavas de la Formación La Bocana. En este sector se observa caída de rocas en los taludes de la carretera, se trata de bloques de tobas alteradas en una matriz limosa. | Caída de rocas con obstrucción de vía. Afectó 30 m de carretera. | Estabilización de taludes realizando andenería y la limpieza de las cunetas en estas zonas que fueron afectados por el deslizamiento con flujos. |
| | Carretera Las Lomas - Suyo / Sector El Guineo-El Sajino (2A-89) | Ayabaca | Afloran tobas y lavas de la Formación la Bocana y San Lorenzo cortado por diques dacíticos. Este sector presenta caída de rocas en cuña de los taludes sub verticales de la carretera, sobre todo generados de los diques, los que llegan a cubrir parcialmente la pista y tapan por completo las cunetas. | Caída de rocas con obstrucción de vía. Afectó 40 m de carretera. | Estabilización de taludes realizando andenería y la limpieza de las cunetas en estas zonas que fueron afectados por el deslizamiento con flujos. |

| | | | | |
|--|----------------|---|--|--|
| <p>Carretera Cachaquitos - La Tina / Sector Cachaquito (2A-90)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>Zona de derrumbe en carretera. La litología de esta zona está conformada principalmente de rocas intrusivas granodiorita-tonalita intemperizadas. La porosidad de estos intrusivos es muy buena provocando rápidamente la saturación con agua de estas rocas que provocan deslizamientos rotacionales.</p> | <p>Obstrucción parcial de vía. Afectó 60 m de carretera.</p> | <p>Bajar el ángulo de talud para evitar deslizamientos.</p> |
| <p>Carretera puente fronterizo La Tina / Sector hacienda la Tina (2A-91)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>Afloramiento de rocas intrusivas intemperizadas, donde se observa un deslizamiento rotacional, que cubre parcialmente la carretera y por completo la cuneta, no tiene mucha extensión; sin embargo, pone en peligro a los vehículos y transeúntes que por esta zona transitan</p> | <p>Obstrucción parcial de vía. Afectó 50 m de carretera.</p> | <p>Bajar el ángulo de talud para evitar deslizamientos.</p> |
| <p>Carretera Las Lomas - Paimas / Culqui (Paimas) (2A-92)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>Afloramiento de rocas volcánicas de la Formación San Lorenzo. Desprendimiento de rocas, que afecta parcialmente la carretera y tapa por completo la cuneta.</p> | <p>Obstrucción de vía y cuneta. Afectó 100 m de carretera.</p> | <p>Bajar el ángulo de talud realizando obras de andenería en cada uno de estos puntos a fin de estabilizar los deslizamientos.</p> |

| | | | | |
|---|----------------|---|---|--|
| <p>Carretera Paimas - Ayabaca / Arrepite Alto (Ayabaca) (2A-93)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>Afloramientos de rocas volcánicas. En la imagen se observa dos deslizamientos contiguos que han afectado la plataforma de la carretera y estos han sobrepasado y afectando también el nivel inferior de la misma carretera.</p> | <p>Obstrucción de vía. Afectó 100 m de carretera.</p> | <p>Rehabilitación de carretera.</p> |
| <p>Carretera Paimas - Ayabaca / Arrepite Alto (Ayabaca) (2A-94)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>Afloramiento de basamento consistente en rocas volcánicas. Se trata de un deslizamiento de considerable magnitud, donde se puede observar la escarpa dejada por el deslizamiento de más de 10 m de altura, así mismo aún quedan evidencias de grietas radiales, que afectaron la carretera, así como poniendo en riesgo el represamiento del río Quiroz.</p> | <p>Obstrucción de vía. Afectó 10 m de carretera.</p> | <p>Bajar el ángulo de talud realizando obras de andenería en cada uno de estos puntos a fin de estabilizar los deslizamientos.</p> |
| <p>Carretera Paimas - Ayabaca / Quebrada Sausal (Ayabaca) (2A-95)</p> | <p>Ayabaca</p> | <p>El basamento litológicamente compuesto de rocas volcánicas andesíticas. En este sector se observa un deslizamiento rotacional.</p> | <p>Obstrucción de vía. Afectó 50 m de carretera.</p> | <p>Bajar el ángulo de talud realizando obras de andenería en cada uno de estos puntos a fin de estabilizar los deslizamientos.</p> |

| | | | | |
|---|---------|--|--|---|
| Carretera Paimas - Ayabaca / Arrepite Bajo (Ayabaca) (2A-96) | Ayabaca | Talud vertical, donde se genera deslizamiento, el cual cubrió gran parte de la carretera. | Obstrucción de vía. Afectó 50 m de carretera. | Bajar el ángulo de talud realizando obras de andenería en cada uno de estos puntos a fin de estabilizar los deslizamientos. |
| Carretera Paimas - Ayabaca / Arrepite Bajo - rio Quiroz (2A-97) | Ayabaca | Zona de deslizamiento y caída de bloques, que afecto parte de la carretera, en la foto superior se puede notar la caída de bloques provenientes de la quebrada, así como deslizamientos en sus márgenes. | Obstrucción de vía. Afectó 80 m de carretera. | Bajar el ángulo de talud realizando obras de andenería en cada uno de estos puntos a fin de estabilizar los deslizamientos. |
| Carretera Paimas - Ayabaca / Arrepite Bajo (Ayabaca) (2A-98) | Ayabaca | Este punto corresponde a una zona con flujo de lodo | Obstrucción de vía. Afectó 10 m de carretera. | Bajar el ángulo de talud realizando obras de andenería en cada uno de estos puntos a fin de estabilizar los deslizamientos. |
| Carretera Ayabaca – Paimas (2A-99) | Ayabaca | Sector donde se observa una fisura de un buen tramo de carretera y el deslizamiento parcial hacia el rio Quiroz. | Colapso de plataforma de carretera. Afectó 500 m de carretera. | Bajar el ángulo de talud realizando obras de andenería en cada uno de estos puntos a fin de estabilizar los deslizamientos. |
| Carretera Ayabaca – Paimas (2A-100) | Ayabaca | Deslizamiento rotacional que corta parte de la carretera | Colapso de plataforma de carretera. Afectó 20 m de carretera. | Bajar el ángulo de talud realizando obras de andenería en cada uno de estos puntos a fin de estabilizar los deslizamientos. |

| | | | | |
|--|----------|---|--|--|
| Carretera Paimas – Montero (2A-101) | Ayabaca | Sector donde se observa deslizamiento de tierra que cubrió la carretera en tiempos de lluvia. | Obstrucción de vía. Afectó 100 m de carretera. | Limpieza de vía. |
| Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera) / Vado Limón (2A-102) | Ayabaca | Deslizamiento que cubrió parte de la carretera. | Perdida de terrenos de cultivo. Afectó 500 m de carretera. | Bajar el ángulo de talud. |
| Carretera Morropón - Chalaco/ Paltashaco (2A-103) | Morropón | donde se observa enormes bloques colgados en la quebrada con el riesgo de desprenderse. Caída de bloques | Obstrucción de vía. Afectó 15 m de carretera. | Realizar el desquinche de estos bloques colgados. |
| Carretera Morropón - Chalaco / Paltashaco (2A-104) | Morropón | Sector de la carretera donde se observa un deslizamiento provocado por una cantera existente, que dejó un talud casi vertical de se vino abajo por colmatación de agua. | Obstrucción total de vía. Afectó 50 m de carretera. | Realizar estabilización de taludes, a través de la elaboración de andenería. |

| | | | | | |
|--|--|---------|---|--|--|
| | Carretera Chalaco – Paimas (2A-105) | Ayabaca | Aflora pizarras y filitas del Complejo de Olmos, sobre el que se origina un gran deslizamiento de aproximadamente 2.30 km de largo por 0.4 Km de ancho, el cual arrasó más de 0.24 Km de carretera. En la parte alta se puede observar las escarpas aún frescas de la zona de arranque y las grietas en escalón dejadas por este deslizamiento, al mismo tiempo también afecto a la carretera Morropón – Chalaco, en la parte baja, arrasando con parte de ella y cubriéndolo por completo con flujos de lodo bajadas de la parte superior. | Colapso de vía 200 m. Afectó 100 m de carretera. | Rehabilitación de vía y monitoreo constante de este deslizamiento. |
| | Carretera Paltashaco – Pacaypampa (2A-106) | Ayabaca | Corresponden a rocas intrusivas, donde se describen zonas de derrumbes con las mismas características | Obstrucción total de vía. Afectó 300 m de carretera. | Estabilización de taludes mediante la construcción de andenería y reforestado. |
| | Carretera Paltashaco - Pacaypampa (Lanchepampa) (2A-107) | Ayabaca | Corresponden a rocas intrusivas, donde se describen zonas de derrumbes con las mismas características | Obstrucción total de vía. Afectó 100 m de carretera. | Estabilización de taludes mediante la construcción de andenería y reforestado. |

| | | | | |
|---|---------|---|--|--|
| Carretera Paltashaco - Pacaipampa (puente rio Claro) (2A-108) | Ayabaca | Corresponden a rocas intrusivas, donde se describen zonas de derrumbes con las mismas características | Obstrucción total de vía. Afectó 1 km de carretera. | Estabilización de taludes mediante la construcción de andenería y reforestado. |
| Carretera Paltashaco - Pacaipampa (Lanchi) (2A-109) | Ayabaca | Corresponden a rocas intrusivas, donde se describen zonas de derrumbes con las mismas características | Obstrucción total de vía. Afectó 200 m de carretera. | Estabilización de taludes mediante la construcción de andenería y reforestado. |
| Carretera Paltashaco - Pacaipampa (puente el Cura) (2A-110) | Ayabaca | Corresponden a rocas intrusivas, donde se describen zonas de derrumbes con las mismas características | Obstrucción total de vía. Afectó 100 m de carretera. | Estabilización de taludes mediante la construcción de andenería y reforestado. |
| Carretera Paltashaco – Pacaipampa (2A-111) | Ayabaca | Corresponden a rocas intrusivas, donde se describen zonas de derrumbes con las mismas características | Obstrucción total de vía. Afectó 100 m de carretera. | Estabilización de taludes mediante la construcción de andenería y reforestado. |
| Carretera Paltashaco – Pacaipampa (La Cofradía) (2A-112) | Ayabaca | Corresponden a rocas intrusivas, donde se describen zonas de derrumbes con las mismas características | Obstrucción total de vía. Afectó 50 m de carretera. | Estabilización de taludes mediante la construcción de andenería y reforestado. |

| | | | | | |
|--|--|---------|--|---|---|
| | Pacaipampa 2A-113) | Ayabaca | Corresponden a zonas de deslizamientos. | Obstrucción total de vía. Afectó 100 m de carretera. | Estabilización de taludes bajando el ángulo de talud y reforestación, también se puede hacer sistema de andenería. |
| | Carretera Pacaipampa - Ayabaca PE- 3N (2A-114) | Ayabaca | Corresponden a zonas de deslizamientos, | Obstrucción total de vía. Afectó 50 m de carretera. | Estabilización de taludes bajando el ángulo de talud y reforestación, también se puede hacer sistema de andenería. |
| | Carretera Pacaipampa - Ayabaca PE- 3N (2A-115) | Ayabaca | Corresponden a zonas de deslizamientos, | Obstrucción total de vía. Afectó 50 m de carretera. | Estabilización de taludes bajando el ángulo de talud y reforestación, también se puede hacer sistema de andenería. |
| | Carretera Pacaipampa – Ayabaca (2A-116) | Ayabaca | corresponden a zonas de deslizamientos, | Obstrucción total de vía. Afectó 50 m de carretera. | Estabilización de taludes bajando el ángulo de talud y reforestación, también se puede hacer sistema de andenería. |
| | Carretera Pacaipampa - Ayabaca (Pacainio) (2A-117) | Ayabaca | Corresponden a zonas de deslizamientos, escarpa de 2 m a lo largo de 30 m. | Obstrucción total de vía. Afectó 50 m de carretera. | Bajar el ángulo de talud realizando obras de andenería en cada uno de estos puntos a fin de estabilizar los deslizamientos. |

| | | | | | |
|--|---|---------|--|---|---|
| | Carretera Ayabaca - Socchabamba / Carretera norte de Ayabaca (2A-118) | Ayabaca | Hundimiento del terreno ha ocasionado fracturas en carretera. | Vía resquebrajada. Afectó 20 m de carretera. | Revestido de la cuneta a fin de evitar filtraciones que provoquen aún más el hundimiento y posterior colapso de la carretera |
| | Carretera Ayabaca - Socchabamba / Carretera norte de Ayabaca (2A-119) | Ayabaca | Corresponden a rocas intrusivas, donde se describen zonas de derrumbes con las mismas características. | Obstrucción total de vía. Afectó 10 m de carretera. | Estabilización de taludes mediante la construcción de andenería y reforestado. |
| | Carretera Ayabaca - Socchabamba / Carretera norte de Ayabaca (2A-120) | Ayabaca | Hundimiento circular en carretera, suelo limo arcilloso. | Vía resquebrajada. Afectó 10 m de carretera. | Recomienda mejorar el drenaje de la cuneta y estabilizar la pista mediante el enrocado. |
| | Carretera Ayabaca - Socchabamba / Carretera norte de Ayabaca (2A-121) | Ayabaca | Corresponden a zonas de deslizamientos, | Obstrucción total de vía. Afectó 50 m de carretera. | Recomienda estabilización de taludes bajando el ángulo de talud y reforestación, también se puede hacer sistema de andenería. |

| | | | | | |
|--|---|---------|--|---|--|
| | Carretera Ayabaca - Socchabamba / Carretera norte de Ayabaca (Yacupampa) (2A-122) | Ayabaca | Corresponden a zonas de deslizamientos, | Vía agrietada. Afectó 100 m de carretera. | Evitar acumulación de agua en la cantera y realizar la limpieza de cunetas |
| | Carretera Ayabaca - Montero / Carretera Ayabaca - Paimas (Los Molinos) (2A-123) | Ayabaca | Corresponden a zonas de deslizamientos, suelo areno limoso | Obstrucción de vía. Afectó 50 m de carretera. | Rehabilitación de la vía. |

Cuadro 5.3: Obras de infraestructura afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

| TIPO DE PELIGRO | TIPO DE OBRA DE INFRAESTRUCTURA (Sector/Distrito) (CODIGO) | PROVINCIA-REGIÓN | COMENTARIO GEODINÁMICO | VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS | RECOMENDACIONES |
|--------------------|--|------------------|--|--|--|
| INUNDACIÓN FLUVIAL | Puente (Las Lomas) (2A-124) | Piura | Corresponde a puentes que cruzan quebradas secas, que sin embargo en el fenómeno del Niño Costero se reactivaron arrastrando gran cantidad de bloques y detritos, que golpearon los estribos de los puentes. | Inundación de ribera de la margen derecha del sector de Palo Blanco. | Reforzado del enrocado ya existente en todos los puentes de este tramo, que dicho sea de paso es el tramo que mayor importancia le dieron a la protección de los estribos. |
| | Puente Quiroz (Suyo) (2A-125) | Ayabaca | Corresponde a puentes que cruzan quebradas secas, que sin embargo en el fenómeno del Niño Costero se reactivaron arrastrando gran cantidad de bloques y flujos de detritos, que golpearon los estribos de los puentes. | Inundación de ribera de la margen derecha del sector de Puente Quiroz - Almendro. | Reforzado del enrocado ya existente en todos los puentes de este tramo, que dicho sea de paso es el tramo que mayor importancia le dieron a la protección de los estribos. |
| | Puente Suyo (Suyo) (2A-126) | Ayabaca | Litológicamente, esta zona se encuentra cerca al contacto de rocas volcánicas e intrusivas. El puente tiene 50 m. | Inundación de ribera de la margen derecha, afectando a algunas viviendas que deben ser reubicadas. | Reubicación de viviendas que fueron afectadas por las inundaciones y las que se encuentra en los acantilados, así como evitar construcciones muy cercanas a la margen. |

| | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------|---|---|--|
| FLUJOS (HUAICOS, DE LODO U OTROS) | Puente (Paimas) (2A-127) | Ayabaca | corresponde a puentes que cruzan quebradas secas, que sin embargo en el fenómeno del Niño Costero se reactivaron arrastrando gran cantidad de bloques y flujos de detritos, que golpearon los estribos de los puentes | Colmatación con flujos de detrito. | Reforzado del enrocado ya existente en todos los puentes de este tramo, que dicho sea de paso es el tramo que mayor importancia le dieron a la protección de los estribos. |
| | Puente Cachaquitos (Suyo) (2A-128) | Ayabaca | El basamento en esta zona es de rocas intrusivas granodioritas-tonalitas. En este sector se aprecia que el material arrastrado son detritos con algunos bloques sub redondeados, la pendiente de este río es suave, por lo que su energía es también suave. | Observa que las partes laterales de los estribos han sido afectados por las aguas de escorrentía que ingresan hacia el río a través de las cunetas, provocando en su ingreso erosión y socavamiento de las márgenes de los estribos, dejando casi al aire su paso peatonal. | Reforzamiento de márgenes de río con enrocado. |
| | Puente (Suyo) (2A-129) | Ayabaca | Corresponde a puentes que cruzan quebradas secas, que sin embargo en el fenómeno del Niño Costero se reactivaron arrastrando gran cantidad de bloques y flujos de detritos, que golpearon los estribos de los puentes. | Colmatación con flujos de detrito | Reforzado del enrocado ya existente en todos los puentes de este tramo, que dicho sea de paso es el tramo que mayor importancia le dieron a la protección de los estribos. |

| | | | | | |
|-----------------|--|---------|---|---|---|
| | Puente (Tambogrande) (2A-130) | Piura | Sector donde el agua alcanzó niveles altos hasta de 3 m, llegando a cubrir completamente el puente y las aguas alcanzaron al nivel de las viviendas que se encuentran en ribera de la margen derecha. | Colapso de puente badén e inundación de viviendas en riberas. | Construcción de un nuevo puente de mayor capacidad y descolmatación del cauce |
| EROSIÓN FLUVIAL | Puente (Sullana) (2A-131) | Sullana | En este lugar el río cambió de cauce al no soportar todo el volumen de agua incrementado por las últimas lluvias, abriendo su paso por la margen derecha y duplicando y hasta triplicando su cauce normal, dejando al puente como una isla dentro del nuevo cauce. Este puente antes del inicio de las lluvias ya se había empezado a construir con una longitud similar al anterior; sin embargo, el nuevo cauce va hacer que se replantee la construcción de este puente. | Puente aislado por incremento de ancho de río. | Ampliar la luz del puente, debido a que el nuevo cauce a erosionado la margen derecha, ganando grandes extensiones de terreno y dejando como una isla al puente existente, no se recomienda relleno de la margen erosionada, ya que esta podría colapsar con otras lluvias similares. |
| | Puente (Pueblo Nuevo de Romero) (2A-132) | Sullana | El basamento está constituido por tobas de líticos y bloques de la Formación Lancones. En este sector, se encuentra un puente, Baden de cuatro tubos de alcantarilla. | Obstrucción de alcantarillas por flujo de detritos. | Limpiar las alcantarillas a fin de evitar nuevos desbordes en las próximas lluvias. |

| | | | | | |
|--|------------------------------------|-------|---|---|---|
| | Puente (Chipillico) (2A-133) | Piura | <p>Basamento de material aluvial antiguo que formaba una terraza de 12 metros, es hasta este nivel que subió el agua que arrastro gran cantidad de flujos de detritos con bloques de más de un metro de diámetro.</p> | <p>El nivel de agua llegó hasta el piso del puente. A su paso el agua rebaso los niveles de la terraza, llegando a tumbar postes de alta tensión, doblo las barandas del puente y la represa, así como derrumbo parcialmente una vivienda de la margen izquierda. El canal del puente prácticamente colapso y las aguas que rebasaron, abrieron un nuevo cauce por la margen derecha, erosionando más de 100 m desde el límite antiguo del puente hasta el nuevo límite del río, dejando parcialmente aislado al puente. Actualmente los lugareños han construido un puente peatonal precario. tierras de cultivo perdidas.</p> | <p>Construcción de un nuevo puente, debido a que las antiguas estructuras del puente existente ya colapsaron, además la nueva margen del río se encuentra a 100 metros con respecto a la anterior. Por otro lado, se recomienda la reubicación de las viviendas que se encuentran cerca de la margen.</p> |
|--|------------------------------------|-------|---|---|---|

| | | | | | |
|--|--|---------|---|--|--|
| | Puente (La Puerta) (2A-134) | Piura | Corresponde a puentes que cruzan quebradas secas, que sin embargo en el fenómeno del Niño Costero se reactivaron arrastrando gran cantidad de bloques y flujos de detritos, que golpearon los estribos de los puentes, | Acumulación de flujo de detritos en cauce. | Reforzado del enrocado ya existente en todos los puentes de este tramo, que dicho sea de paso es el tramo que mayor importancia le dieron a la protección de los estribos. |
| | Puente (Hacienda Progreso) (2A-135) | Piura | Corresponde a puentes que cruzan quebradas secas, que sin embargo en el fenómeno del Niño Costero se reactivaron arrastrando gran cantidad de bloques y flujos de detritos, que golpearon los estribos de los puentes, | Acumulación de flujo de detritos en cauce. | Reforzado del enrocado ya existente en todos los puentes de este tramo, que dicho sea de paso es el tramo que mayor importancia le dieron a la protección de los estribos. |
| | Puente Internacional (Suyo) (2A-136) | Ayabaca | En el lado ecuatoriano los estribos del puente están reforzados por enrocado con cemento y por el lado peruano el reforzamiento se ha realizado el con enrocado en mallas, que dicho sea de paso está a punto de colapsar, debido a que el río ha socavado sus bases, desestabilizando los muros. | Erosión de riberas. | Reforzar los estribos con enrocado y cemento tal como se ha hecho en el lado ecuatoriano |

| | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------|---|--|--|
| | Puente (Las Lomas) (2A-139) | Piura | Este puente es el ingreso hacia el poblado de las Lomas, tiene un ancho considerable de cauce, sin embargo, en la parte baja existen terrazas donde han sido aprovechadas como terrenos de cultivo y con las últimas crecidas estas han sido arrasadas perdiéndose hectáreas de terreno. | Perdida de terrenos e inundación (daños leves en el puente). | Reforzamiento de los estribos del puente con enrocado en sus márgenes, así como evitar construcción de viviendas en antiguos cauces. |
| | Puente (Lagunas) (2A-140) | Ayabaca | Basamento de roca volcánica basáltica y andesítica. En esta parte el río es encañonado y corta a roca masiva de andesitas y basaltos muy resistentes a la erosión, razón por la que los estribos de este puente fueron contruidos sobre estas rocas, que han protegido de cualquier embate en tiempos de crecida. | Peligro de colapso de puente. | Reforzamiento de puente. |
| | Puente (Paimas) (2A-141) | Ayabaca | Afloramiento de rocas volcánicas como basamento. Este puente se mantuvo relativamente estable, debido a que sus estribos han sido asentados en rocas masivas volcánicas; sin embargo, este presenta un relleno en sus extremos que han sido erosionados débilmente. | Socavamiento de estribos de puente e inundación parcial de vivienda. | Retomar la construcción de puente, reforzamiento de márgenes. |

| | | | | | |
|--|---|---------|---|---|---|
| | Puente (Suyo) (2A-142) | Ayabaca | Aquí afloran rocas volcánicas de la Formación San Lorenzo. Erosión de las bases del puente. | Socavamiento de estribos de puente. | Ampliación de la luz del puente, que colapso en este último fenómeno. |
| DESlizamientos, CAÍDA DE ROCAS U OTROS | Canal de regadío (Tambogrande) (2A-143) | Piura | Canal de regadillo de cemento limitando carretera, erosión del cauce a lo largo de 50 m. | Deslizamiento y caída de estructura de revestimiento de canal, afectando terrenos de cultivo y carretera. | Rehabilitación de las partes colapsadas con material de concreto armado. |
| INUNDACIÓN PLUVIAL | Represa de Poechos (Pelados) (2A-144) | Sullana | En esta zona se evacua los remanentes de agua en casos excepcionales de crecidas inesperadas. En estas últimas lluvias el canal casi llegó a su tope, inclusive sobrepaso las barreras de la represa, los cuales se evidencian con el empozamiento de agua fuera de la represa. | Inundación por incremento de volumen de agua de represa Poechos. | Monitoreo constante de esta zona de canal de emergencia, a fin de evitar el colapso, así mismo no hacer construcciones de viviendas cerca de la zona de reboce, debido a que el lugar es una zona vulnerable a la salida de agua de la represa. |
| | Represa de San Lorenzo (Villa Militar) (2A-145) | Piura | Este sector donde se muestra la imagen corresponde a la salida de agua de la represa que en las temporadas altas de lluvia soltó más de lo debido inundando toda la parte baja afectando a parte de los sembríos de la zona. | Inundación de terrenos de cultivo cerca a bocatoma. | Monitoreo de represa durante época de lluvias |

| | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|--|---|---|
| | Represa (Tambogrande) (2A-146) | Piura | En este sector está ubicado uno de los diques de la represa donde se puede observar que el agua está al límite del dique, llegando inclusive a rebasar. Al recibir agua la represa los remanentes salen por este dique hacia el la quebrada Huacas que baja a la cuenca del río Piura. | Dique de Represa San Lorenzo Aumento del caudal al río Piura | Elevar la altura del dique que permita almacenar más agua en la represa de San Lorenzo. |
|--|--------------------------------------|-------|--|---|---|

SECTOR 2B: Piura (Provincias de Sechura, Piura, Morropón y Huancabamba)

(Por: Manuel Vilchez M. & Norma Sosa S.)

El sector 2B que comprende las provincias de Sechura, Piura, Morropón y Huancabamba, abarca un área de 19 420 km², en los cuales se priorizó los trabajos de campo en la vertiente occidental de la Cordillera Noroccidental de los Andes y en ambas vertientes del río Huancabamba; así se tiene los cuadros 5.4 al 5.7, donde se describen los peligros detonados por las fuertes lluvias del evento El Niño Costero y los daños causados por estos a los diferentes tipos de infraestructura y medios de sustento económico; algunas fotografías ilustrativas de algunos de los procesos evaluados se describen en los Anexos; así mismo mapas con distribución de sitios con información geológica analizados y los puntos de zonas afectadas señaladas en los cuadros. El cuadro consigna el tipo de peligro identificado, el nombre del sector o lugar (centro poblado, carretera u otra infraestructura), un código y número correlativo, la provincia donde se ubica, un comentario geodinámico, la vulnerabilidad y daños ocasionados y las acciones recomendadas para cada uno de los sectores evaluados.

Cuadro 5.4: Centros poblados afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

| TIPO DE PELIGRO | SECTOR/POBLADO (Distrito) (Código) | PROVINCIA | COMENTARIO GEODINÁMICO | VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS | RECOMENDACIONES |
|--------------------|------------------------------------|-----------|--|---|--|
| INUNDACIÓN FLUVIAL | Simbilá (Catacaos) (2B-01) | Piura | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de terrazas aluviales de la margen izquierda del río Piura.</p> <p>Rotura del muro de encauzamiento en el sector de El Rancho permitió el avance de aguas del río Piura aguas arriba hasta este sector.</p> <p>También se presentan en la zona inundaciones de tipo pluvial en terrenos deprimidos que forman hondonadas, favorecido también por la saturación de los terrenos.</p> | <p>Se inundaron viviendas y diferente infraestructura en el poblado de Simbilá.</p> <p>Vivienda destruida por erosión de sus cimientos.</p> <p>Interrupción de actividades educativas, económicas-comerciales, transportes, deportivas.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> <p>Implementación de drenajes de agua de origen pluvial en el poblado.</p> |

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------|--|---|--|---|
| | | | | | Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en el Poblado. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| Viduque (Catacaos) (2B-02) | Piura | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de terrazas aluviales en la margen izquierda del río Piura.</p> <p>Rotura del muro de encauzamiento en el sector de El Rancho permitió el avance de aguas del río Piura aguas arriba hasta este sector.</p> <p>También se presentan en la zona inundaciones de tipo pluvial en terrenos deprimidos que forman hondonadas, favorecido también por la saturación de los terrenos.</p> | <p>Inundación de viviendas e infraestructura variada.</p> <p>Interrupción de actividades educativas, económicas-comerciales, transportes, deportivas.</p> | <p>Implementación de drenajes de agua en el poblado.</p> <p>Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en el Poblado.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres.</p> | |
| Pueblo Nuevo (Catacaos) (2B-03) | Piura | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado para habilitación urbana.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula; morfología aluvial de terraza baja en la margen izquierda del río Piura.</p> | <p>Inundación de viviendas e infraestructura variada.</p> <p>Interrupción de actividades educativas, económicas-comerciales, transportes, deportivas.</p> | <p>Implementación de drenajes de agua en el poblado.</p> <p>Para las viviendas localizadas por detrás del muro de encauzamiento de la margen izquierda del río Piura se debe contemplar la posibilidad de ser reubicadas.</p> | |

| | | | | | |
|------------------------------------|-------|--|--|---|---|
| | | | Rotura del muro de encauzamiento en el sector de El Rancho permitió el avance de aguas del río Piura aguas arriba hasta este sector. | | Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en el Poblado. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| Catacaos (Catacaos) (2B-04) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado para habilitación urbana. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de terrazas aluviales de la margen izquierda del río Piura. Rotura del muro de encauzamiento en el sector de El Rancho permitió el avance de aguas del río Piura aguas abajo hasta este sector. También se presentan en la zona inundaciones de tipo pluvial en terrenos deprimidos que forman hondonadas, favorecido también por la saturación de los terrenos, que pierden la propiedad de seguir infiltrando agua. | Inundación de viviendas y avenidas principales. Las aguas desbordadas alcanzaron la plaza de armas y se canalizaron por la avenida Cayetano Heredia. Interrupción de actividades educativas, económicas-comerciales, transportes, deportivas. | Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro. Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Implementar drenajes de agua en la ciudad. Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en la ciudad. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. Limpiar vegetación crecida dentro del cauce del río. | |
| San Jorge (Catacaos) (2B-05) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, | Inundación de viviendas y avenidas principales. | Implementar drenajes de agua en la ciudad. | |

| | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------|---|---|---|
| | Monte Zullón (Catacaos) (2B-06) | Piura | limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo y para habilitación urbana. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de terrazas aluviales de la margen izquierda del río Piura. | Interrupción de actividades educativas, económicas-comerciales, transportes, deportivas. Destrucción de campos de cultivo. | Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en los poblados. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Rinconada (Catacaos) (2B-07) | Piura | Rotura de muro de encauzamiento en el sector de El Rancho permitió el avance de aguas del río Piura aguas abajo hasta este sector. | | |
| | Narihualá (Catacaos) (2B-08) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo y para habilitación urbana. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de terrazas aluviales de la margen izquierda del río Piura, en la cual se levanta una colina de baja altura donde se encuentran los restos arqueológicos de Narihualá. Rotura de muro de encauzamiento en el sector de El Rancho permitió el avance de aguas del río Piura aguas abajo hasta este sector. | Inundación de viviendas. Interrupción de actividades educativas, económicas-comerciales, transportes, deportivas. Destrucción de campos de cultivo. | Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro. Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Implementar sistemas de drenajes de agua en la ciudad. Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en el poblado. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |

| | | | | | |
|--|--|-------|--|---|--|
| | Pedregal Chico (Catacaos) (2B-09) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo y para habilitación urbana. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de terrazas aluviales bajas en la margen izquierda del río Piura. | Destruyó viviendas de adobe y carrizo recubierto por barro; inundación de viviendas de material noble, altura del agua supero el metro de altura; colmatación de viviendas con material fino (arenas, limo y arcilla). Erosión y pérdida de plataforma asfaltada de carretera. Destrucción de campos de cultivo. Destrucción de líneas de transmisión eléctrica (postes caídos e inclinados) | Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento. Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Limpieza de la vegetación crecida dentro del cauce del río. Implementación de drenajes de agua en la ciudad. Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en la ciudad. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Pedregal Grande (Catacaos) (2B-10) | Piura | Rotura del muro de encauzamiento en dos sectores cercanos al puente Independencia, produjo el desborde y avance violento de las aguas del río Piura hacia la zona urbana, destruyendo muchas viviendas. | | |
| | Pedregal (Catacaos) (2B-11) | Piura | | | |
| | San Martín de Cucungará (Cucungará) (2B-12) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo y para habilitación urbana. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en unidades geomorfológicas de terrazas aluviales bajas en la margen izquierda del río Piura; montículo de arena de baja altura que conforma una duna fósil. | Inundación de viviendas y anegamiento de calles en el poblado. Inundación de cementerio y campo deportivo. Destrucción de campos de cultivo. | Implementación de drenajes de agua en la localidad. Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en la ciudad. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |

| | | | | | |
|--|--|-------|---|---|---|
| | Santa Rosa (Cucungará) (2B-13) | Piura | Rotura del muro de encauzamiento en dos sectores cercanos al puente Independencia, produjo el desborde y avance violento de las aguas del río Piura hacia la zona urbana, inundando viviendas ubicadas en terrenos planos de baja pendiente. | | |
| | Buenos Aires (Cucungará- Cura Mori) (2B-14) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo y para habilitación urbana. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en unidades geomorfológicas de terrazas aluviales bajas en la margen izquierda del río Piura; montículo de arena de baja altura que conforma una duna fósil. | Inundación de viviendas y anegamiento de calles en el poblado. Destrucción de viviendas de adobe, material noble y rustico. | Implementación de drenaje de agua en la localidad. Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en la ciudad. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Pozo de Los Ramos (Cucungará) (2B-15) | Piura | Rotura del muro de encauzamiento cerca al puente Independencia, produjo el desborde y avance violento de las aguas del río Piura hacia estas localidades, destruyendo e inundando viviendas. Erosión de plataforma de carretera asfaltada. | Destrucción de plataforma asfaltada de carretera por erosión de las corrientes fluviales formadas. | |
| | Chato Grande (Cucungará) (2B-16) | Piura | | Destrucción de líneas de transmisión eléctrica (postes caídos e inclinados) Destrucción de campos de cultivo. | |
| | Chato Chico (Cucungará) (2B-17) | Piura | | | |

| | | | | | |
|--|--|--------------|---|---|--|
| | <p>Piura (Piura) (2B-18)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas), cubiertos por mantos de arena de espesor indefinido; ocupado por cultivos y habilitación urbana. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en unidades geomorfológicas de terrazas aluviales bajas en la margen izquierda del río Piura; y planicie costera con cobertura de arena. Los grandes volúmenes de agua que fluyeron por el río Piura sobrepasaron la capacidad de carga del canal del río, encontrando en el Puente Andrés Avelino Cáceres un obstáculo que originó el levantamiento del nivel de las aguas por encima de las terrazas aluviales y la loza del Puente, inundando viviendas y calles en la ciudad de Piura. Erosión fluvial de la margen izquierda del río Piura, inmediatamente aguas debajo de la presa de Los Ejidos.</p> | <p>Inundación de viviendas y calles en la urbanización El Chipe, localizado a la margen derecha del río Piura. La inundación alcanzó en centro de Piura, siendo afectada la plaza de armas y demás edificaciones que la circundan. Interrupción de toda actividad económica-social. Colmatación de calles y viviendas con material fino (arena, limo y arcillas). Destrucción de asfalto de carreteras.</p> | <p>Contemplar la posibilidad de colocar defensas ribereñas por medio de muros y enrocados en ambas márgenes del río en el tramo comprendido entre la presa Los Ejidos y el Puente Cáceres, Limpieza y de material fluvial del cauce del río Piura. Limpieza de la vegetación crecida dentro del cauce del río. Evitar la construcción de viviendas o la proyección de nuevas urbanizaciones cerca del cauce del río Piura o que ocupen antiguos lechos de río y niveles de terrazas bajas.</p> |
| | <p>Castilla (Castilla) (2B-19)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas), cubiertos por mantos de arena de espesor indefinido; ocupado por cultivos y habilitación urbana. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en unidades geomorfológicas de terrazas aluviales bajas en la margen izquierda del río Piura, cauce de río antiguo cubierto por montículos de arena eólica y planicie costera con cobertura de arena.</p> | <p>Inundó la Universidad Nacional de Piura, el centro comercial Open Plaza, el terminal terrestre, el hospital Cayetano Heredia, mercado central de Castilla, viviendas, negocios y avenidas.</p> | <p>Implementación de drenajes de agua en la ciudad. Implementar un sistema de alerta temprana para inundaciones en la ciudad. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres.</p> |

| | | | | | |
|--|----------|--|---|--|--|
| | | | El río Piura se desbordó por su margen izquierda aguas arriba del puente Cáceres, encauzándose por lo que vendría ser un cauce antiguo del río Piura, | | |
| Vicús (Chulucanas) (2B-20) | Morropón | Substrato de areniscas y conglomerados, cubierto con depósitos eólicos. Geoforma de planicie costera cubierta con mantos de arena, terrazas aluviales, llanura de inundación y quebrada seca. La precipitación pluvial excepcional formo escorrentía en la planicie costera y activo una quebrada seca, por la discurrieron flujos de lodo y agua. También las aguas se encauzaron por calles del poblado. | Fueron afectadas viviendas y calles. | Construcción de drenajes en el poblado. Evitar la ocupación de quebradas con viviendas, así como tampoco construir cerca de ellas. | |
| La Peña (Chulucanas) (2B-21) | Morropón | Río Sancor inundó terrazas bajas y llanura de inundación, en ambas márgenes, derrumbes en talud superior de carretera cortado en un depósito proluvial, cortan el paso hacia la comunidad de Vega Larga. | Inundación de viviendas de la comunidad de La Peña. 120 m de carretera afectados por derrumbes del talud superior | Evitar la construcción de viviendas en llanuras inundables y terrazas bajas. Limpiezas de bloques caídos y acondicionamiento de la plataforma de trocha carrozable. | |
| Pabur Viejo (La Matanza) (2B-22) | Morropón | Morfología de valle fluvial, terrazas aluviales, llanura inundable y colinas metamórficas. Substrato de cuarcitas, Pizarras y filitas (Formación río Seco) y arenas y gravas aluviales. Nivel del río Piura subió por encima de los cuatro a cinco metros saliendo de su cauce. | Erosión en la margen izquierda del río, desbordes afectaron accesos y calles de la localidad de Pabur Viejo. | Colocar defensas ribereñas (enrocados). | |

| | | | | | |
|------------------------------------|---|-------|--|---|--|
| FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS) | Cumbibirá, Buenos Aires (Catacaos) (2B-23) | Piura | <p>Substrato conformado por areniscas y limolitas (Formación Miramar), cubierto por mantos de arena eólica.</p> <p>Morfología de terrazas aluviales amplias, planicie costera con cobertura de arena y quebradas secas, con pendiente bajas de hasta 5° a escala regional.</p> <p>Precipitaciones pluviales intensas caídas en la zona reactivaron quebradas secas que se activan solo con eventos de El Niño o con lluvias extraordinarias. Los flujos de lodo y agua inundaron y cortaron el tránsito entre poblados de la zona.</p> | Afecto viviendas de material rústico y accesos entre los poblados de Cumbibirá y Buenos Aires. | <p>Canalización de quebradas secas con muros de tierra, concreto, etc.</p> <p>Prohibir la construcción de viviendas cerca y dentro el cauce de la quebrada.</p> <p>Construcción de drenajes pluviales en el poblado.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres.</p> |
| | Santa Rosa de Chochoya (La Arena) (2B-24) | Piura | <p>Substrato conformado por areniscas y limolitas (Formación Miramar), cubierto por mantos de arena eólica.</p> <p>Morfología de terrazas aluviales amplias, planicie costera con cobertura de arena y quebradas secas, con pendiente bajas de hasta 5° a escala regional.</p> <p>Quebrada seca de corto recorrido reactivada con flujos de lodo y agua.</p> | Corto el tránsito vehicular y peatonal entre los poblados de la zona; colmato canal de riego con material fino. | <p>Canalización de quebrada con muros de tierra, concreto o enrocados.</p> <p>Prohibir la construcción de viviendas dentro y cerca del cauce de la quebrada.</p> <p>Cubrir el canal con una loza de concreto que permita el discurrir de los flujos de lodo hacia la planicie costera.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres.</p> |

| | | | | | |
|--|---|-------|---|--|---|
| | Yapato-Tablazo (La Unión) (2B-25) | Piura | Substrato de areniscas y conglomerados poco consolidados (Tablazo Lobitos); mantos de arena eólica. Morfología de colinas en rocas sedimentarias de baja altura. Se tienen dos torrenteras de corto recorrido formados por la erosión pluvial, que atraviesan el poblado; los flujos de lodo y agua discurridos por estas socavaron sus márgenes y el fondo. | Erosión y destrucción de veredas de concreto; socavamiento de cimientos de viviendas de concreto asentadas cerca de la quebrada. | Canalización de quebrada con muros de tierra, concreto o enrocados. Prohibir la construcción de viviendas dentro y cerca del cauce de la quebrada. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | San Rafael, La Obrilla (Castilla) (2B-26) | Piura | Substrato de arena eólica que cubre la planicie costera, de baja pendiente ($> 5^\circ$), terrenos plano ondulados. Las fuertes precipitaciones pluviales formaron escorrentía superficial en los terrenos planos ondulados en donde se asientan los poblados de La Obrilla y San Rafael, produciendo socavación de calles por la formación de surcos y Cárcavas. Flujos de lodo y arena discurrieron por torrentera seca que cruza la carretera y los poblados. | Erosión de calles y carretera. | Rehabilitación de calles de los poblados, rellenando surcos y cárcavas, nivelado del terreno. Construcción de drenajes. No construir viviendas cerca de torrenteras y quebradas secas. |
| | Terela (Castilla) (2B-27) | Piura | Substrato de arena eólica que cubre la planicie costera, de baja pendiente ($> 5^\circ$), terrenos plano ondulados. Flujo de lodo y agua excepcional formado por las fuertes lluvias, intercepta carretera. | Obstrucción de tránsito vehicular y peatonal. Destrucción de puente peatonal de madera. | Colocar badén de concreto. Reconstrucción de puente peatonal de mayor luz y altura. No construir viviendas cerca de torrenteras y quebradas secas. |

| | | | | | |
|--|--|-------|---|---|---|
| | Chapayra (Castilla) (2B-28) | Piura | <p>Substrato de arena eólica que cubre la planicie costera, de baja pendiente ($> 5^\circ$), terrenos plano ondulados.</p> <p>Formación de flujo de lodo y agua excepcional formado por la acumulación de precipitación pluvial caída en la planicie costera cruzó la carretera interrumpiendo el tránsito de personas y vehículos.</p> <p>Formación de cárcavas de corto recorrido que se ensanchan y ponen en peligro cimientos de viviendas.</p> | <p>Interrupción del tránsito vehicular y de peatones.</p> <p>Socavamiento de calles en el poblado.</p> | <p>Rehabilitación de calles del poblado, rellenando surcos y cárcavas, nivelado del terreno.</p> <p>Construcción de drenajes.</p> <p>No construir viviendas cerca de torrenteras y quebradas secas.</p> |
| | A.H. Almirante Grau-Castilla (Castilla) (2B-29) | Piura | <p>Substrato de arena eólica poco compactada que cubre la planicie costera, de baja pendiente ($> 5^\circ$), terrenos plano ondulados.</p> <p>Precipitaciones pluviales intensas generaron caudales de agua con carga de material fino en suspensión que discurrieron por el dren 1308, que socavaron bordes de canal, se produjeron desbordes.</p> <p>Flujo de agua concentrados en la carretera discurrieron hacia las viviendas de la Mz. A del Asentamiento Humano Almirante Grau.</p> <p>Fuertes lluvias erosionan el substrato de arena poco compacto y forma cárcavas.</p> | <p>Socavamiento y profundización del dren 1308.</p> <p>Destrucción de veredas.</p> <p>Socavamiento de calles en el asentamiento Humano.</p> <p>Inundación de viviendas.</p> | <p>Rehabilitación de calles del poblado, rellenando surcos y cárcavas, nivelado del terreno.</p> <p>Construcción de drenajes.</p> <p>Encauzamiento del dren con enrocados o gaviones.</p> <p>No construir viviendas cerca de torrenteras y quebradas secas.</p> |
| | Tacalá (Castilla) (2B-30) | Piura | <p>Substrato de arena eólica poco compactada que cubre la planicie costera, de baja pendiente ($> 5^\circ$), terrenos plano ondulados.</p> <p>Precipitaciones pluviales intensas se concentraron en la planicie costera y se generaron caudales de agua con carga de</p> | <p>Inundación de viviendas en la zona de Tacalá.</p> | <p>Construcción de drenajes.</p> <p>Encauzamiento de la quebrada El Gallo con enrocados o gaviones. No construir viviendas cerca o</p> |

| | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------|---|--|--|
| | | | material fino en suspensión, también flujos de lodo, que discurrieron por la quebrada El Gallo que inunda viviendas en el sector de Tacalá. | | dentro del cauce de la quebrada. Reubicación de viviendas construidas dentro de la quebrada. |
| | Huasimal (Chulucanas) (2B-31) | Morropón | Substrato de conglomerados y areniscas poco consolidadas (depósitos aluviales), depósitos eólicos y andesitas piroclásticas (Volcánico Lancones). Morfología de planicie costera con cobertura de mantos de arena; colinas en roca volcano-sedimentaria, valle fluvial y quebradas secas. Quebrada de suave pendiente se activa excepcionalmente y acarrea flujos de lodo que erosiona sus márgenes; flujos se forman por la concentración de escorrentía acumulada en la planicie costera y el cerro Vicús. Cárcavas cortan carretera de acceso a Huasimal. | Afectó terrenos de cultivo y viviendas asentadas en sus márgenes se encuentran muy cerca de la quebrada después de la erosión fluvial sufrida. | Encauzamiento de quebrada con muros de tierra o enrocados. Colocar alcantarillas en los cruces de quebradas y carretera. Evitar la construcción de viviendas cerca del cauce de la quebrada. |
| | Río Seco (Chulucanas) (2B-32) | Morropón | Materiales aluviales en el cauce de la quebrada Guanábano, substrato de andesitas e intrusivos graníticos. Morfología de montañas modeladas en rocas intrusivas, volcano-sedimentarias, piedemontes y conos deyección. Torreteras de corto recorrido tributarias de la quebrada Río Seco (Guanábano) cortan el acceso hacia los poblados de río Seco y El Barranco por los flujos de detritos que acarrea. | Torreteras que cruzan la carretera de acceso hacia los poblados de Río Seco y El Barranco es cortada en cuatro sectores. | Colocar badenes en el cruce de la carretera con torreteras. Colocar cunetas en la carretera. |

| | | | | | |
|---|----------|--|--|--|--|
| | | | Flujos bajados por quebradas movilizan bolos de hasta 1 m de diámetro. | | |
| Caserío Cruz Verde (La Matanza) (2B-33) | Morropón | Substrato de areniscas poco consolidadas, con cobertura eólica, que conforma la planicie costera. Precipitaciones pluviales intensas se concentran en la planicie costera y forman flujos de agua y lodo que disectan la planicie costera formando cárcavas y surcos. Flujos de lodo discurren por quebrada seca que se activa excepcionalmente. | Baden de concreto fue afectado. Afecto acceso a colegio de localidad de Cruz Verde. | Reparar badén de concreto. Evitar la construcción de viviendas cerca del cauce de la quebrada. | |
| La Matanza (La Matanza) (2B-34) | Morropón | Substrato conformado por depósitos aluviales y eólicos. Morfología de planicie costera, con terrenos plano-ondulados de baja pendiente. Torrentera de baja pendiente que disecta la planicie costera y cruza por el lado sur del poblado de La Matanza; acarreo flujos de lodo y agua. | Afecta calles y viviendas localizadas en ambos márgenes de quebrada. | Colocar defensas con muros de concreto o gaviones en ambos márgenes de la quebrada. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. Prohibir la construcción de viviendas cerca de la quebrada. | |
| Talanquera (Morropón) (2B-35) | Morropón | Substrato conformado por rocas metamórficas (cuarcitas y filitas), depósitos coluviales y aluviales. Morfología de colinas modeladas en rocas metamórficas y valle fluvial. Torrenteras de corto recorrido que bajan de la colina se activan excepcionalmente y acarrear | Afecta viviendas y carretera. | Encauzar las torrenteras con gaviones. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. | |

| | | | | | |
|---|----------|---|--|--|---|
| | | | flujos de detritos y agua, que afectan carretera y viviendas asentadas cerca de las torrenteras. | | Evitar la construcción de viviendas cerca de la quebrada. |
| Maray (Santa Catalina de Mossa) (2B-36) | Morropón | Substrato de roca intrusiva (granito y diorita), alterada. Morfología de montañas modeladas en roca metamórfica, piedemontes y valle fluvial. Torrenteras que bajan hacia el poblado de Maray se activaron con fuertes lluvias y acarretaron flujos de lodo y detritos. | | Viviendas y carretera afectada. | Realizar trabajos de encauzamiento de quebradas. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. Evitar la construcción de viviendas cerca de la quebrada. |
| Pueblo Nuevo (Santa Catalina de Mossa) (2B-37) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas (cuarcitas y filitas) e intrusivas (granito). Morfología de colinas modeladas en rocas metamórficas y montañas modeladas en rocas intrusivas. Reactivación de torrentera del 27 de marzo acarreó flujos de agua y detritos. | | Destruyó una vivienda. | Realizar trabajos de encauzamiento de quebradas. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. Evitar la construcción de viviendas cerca de la quebrada. |
| Linderos de Maray (Santa Catalina de Mossa) (2B-38) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas (cuarcitas y filitas) e intrusivas (granito). Morfología de colinas modeladas en rocas metamórficas y montañas modeladas en rocas intrusivas. | | Puede afectar carretera de acceso a Yamango. | Colocar puente vehicular de mayor luz. Realizar limpieza de alcantarilla. |

| | | | | | |
|--|----------|--|---|---|--|
| | | | Quebrada de 6 m de profundidad y 14 m de ancho por la cual discurren flujos de lodo y agua. | | |
| La Pilca (Buenos Aires) (2B-39) | Morropón | | Substrato de rocas sedimentarias (cuarcitas) y metamórficas (filitas y cuarcitas), que modelan una morfología de montañas, con pie de montes en la base de los cerros. Cárcavas y torrenteras que bajan del cerro Salvajal acarrear flujos de agua y detritos. | Afectan viviendas y trocha carrozable. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. Evitar la construcción de viviendas cerca de cauces de torrenteras. |
| Pedregal (Buenos Aires) (2B-40) | Morropón | | Substrato de rocas metamórficas (pizarras, filitas y cuarcitas); morfología de montañas modeladas en rocas metamórficas y valle fluvial. Torrentera seca se reactiva excepcionalmente y acarrea flujos de detritos, evento del 27 de marzo último afecto vivienda construida en el borde de la margen izquierda. Se tienen muchas viviendas asentadas en el cono deyectivo de la quebrada. | Último flujo de detritos afecto una vivienda. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de quebrada. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. Evitar la construcción de viviendas cerca de cauces de quebradas. |
| C.P. Alan García (Bigote) (2B-42) | Morropón | | Substrato de rocas metamórficas (esquistos, anfíbolitas y gneis). Morfología de montañas modeladas en rocas metamórficas, con laderas de pendientes de más de 25°, cobertura vegetal de árboles y matorrales cubren las montañas. | Puede ser afectada excepcionalmente la carretera y la I.E N° 20105 Alan García. | Realizar trabajos de encauzamiento de la quebrada con muros de gaviones o concreto. Limpieza de cauce de quebrada. |

| | | | | | |
|-------------------------------------|----------|---|--|---|--|
| | | | Se tienen dos torrenteras de corto recorrido reactivadas este último evento El Niño Costero, cortaron tránsito hacia la localidad de Bigote. | | La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. Evitar la construcción de viviendas cerca de cauces de quebradas. |
| San Juan de Bigote (Bigote) (2B-43) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas (esquistos, anfibolitas y gneis). Morfología de montañas modeladas en rocas metamórficas, con laderas de pendientes de más de 25°, cobertura vegetal de árboles y matorrales cubren las montañas. Reactivación del 12 de marzo acarrió flujo de detritos y agua que afectaron viviendas y calles de la localidad de Bigote, se produjo desbordes que inundaron hasta la plaza de armas del poblado. Quebrada tiene anchos variables que van desde los 7 m a 20 m. La quebrada tiene un cauce sinuoso en su paso por el poblado lo que favorece desbordes en zonas donde se estrecha el cauce. Saliendo del poblado se tienen otra torrentera por donde también discurren flujos de detritos excepcionalmente. | Afectó calles del poblado de Bigote. Inundo Plaza de Armas. Una vivienda destruida. | Realizar trabajos de encauzamiento de la quebrada con muros de gaviones o concreto. Limpieza de cauce de quebrada. Definición de un cauce rectilíneo de la quebrada, que permita el libre discurrir de nuevos flujos de detritos. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. Evitar la construcción de viviendas cerca de cauces de quebradas y sus conos deyeativos. | |
| C.P. San Juan (Salitral) (2B-44) | Morropón | Substrato de cuarcitas y filitas (Formación Río Seco) y depósitos proluvio-aluviales. Morfología de montañas modeladas en rocas metamórficas, disectadas por quebradas de | Flujo de detritos erosionó y destruyó parte del muro de tierra colocado como defensa | Reparar muro de encauzamiento de tierra de la quebrada, de ser posible colocar gaviones. | |

| | | | | | |
|------------------------|--|-----------------|--|--|--|
| | | | <p>corto recorrido que se activan excepcionalmente.</p> <p>Por la quebrada La Tranca discurrió un flujo de detritos que erosionó su margen derecha.</p> | <p>riberaña del poblado de San Juan.</p> | <p>Evitar la construcción de viviendas cerca de los caces de quebradas y sus conos deyeativos.</p> <p>La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres.</p> |
| | <p>Locuto-Las Lomas (Tambo Grande) (2B-45)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato de areniscas poco consolidadas de origen eólico; que se encuentran cubriendo la morfología de planicie costeras; terreno plano ondulado que forma lomadas de poca altura.</p> <p>Intensa precipitación pluvial produjo socavamiento en lomadas de arena, formado cárcavas por la cuales discurrieron flujos de lodo.</p> | <p>Afecta caminos peatonales y calles en el poblado.</p> | <p>Realizar trabajos de canalización de cárcavas.</p> <p>Colocar drenajes en el poblado.</p> |
| <p>EROSIÓN FLUVIAL</p> | <p>Morroponcito (Buenos Aires) (2B-41)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato de gravas y arenas aluviales, cuarcitas y filitas (Formación Río Seco), areniscas y cuarcitas (Grupo Goyllarisquizga). Conforman una morfología de valle fluvial que se abre paso entre montañas modeladas en rocas metamórficas y sedimentarias.</p> <p>Poblado de Morroponcito asentado en la terraza aluvial de la margen derecha del río Piura, fue afectado por incrementos excepcionales del caudal del río Piura y la quebrada Río Seco.</p> | <p>Destruyó acceso hacia la localidad de Morroponcito.</p> <p>Destruyó terrenos de cultivo</p> | <p>Realizar trabajos de encauzamiento del río Piura con enrocados o gaviones; colocar espigones para controlar erosión fluvial en la margen derecha del río Piura.</p> |
| | <p>Mambluque (Yamango) (2B-46)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Morfología de valle fluvial del río Piscan que se abre paso entre montañas modeladas en rocas intrusivas (granitos) en su margen izquierda y</p> | <p>Erosión y pérdida de terrenos de cultivo, destrucción de una vivienda.</p> | <p>Colocar defensas ribereñas en la margen derecha del río para proteger al poblado,</p> |

| | | | | | |
|--|---|-----------------|---|---|--|
| | | | <p>metamórficas (gneis, filitas y cuarcitas) en la cabecera y margen izquierda.</p> <p>Caudales excepcionales discurridos por el río erosionaron ambas márgenes afectando viviendas del poblado de Mambluque en la margen derecha, también afectó terrenos de cultivo.</p> <p>Torrenteras que bajan del cerro Coca acarrear flujos de lodo y detritos que pueden afectar viviendas.</p> | | <p>por medio de enrocados o gaviones.</p> <p>Evitar la construcción de nuevas viviendas cerca al cauce del río Piscal.</p> |
| | <p>Caserío Chihuahua (Buenos Aires) (2B-47)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Morfología de valle amplio del río Piura, con montañas modeladas en rocas metamórficas (cuarcitas, pizarras, filitas).</p> <p>Caudales excepcionales discurridos por el río Piura en este último periodo lluvioso genero erosión de la margen izquierda del río, afectando la carretera y viviendas.</p> | <p>Dos viviendas destruidas, asentamientos y agrietamientos en plataforma asfaltada de carretera.</p> | <p>Colocar defensas ribereñas en la margen izquierda del río para proteger al poblado, por medio de enrocados o gaviones.</p> <p>Evitar la construcción de nuevas viviendas cerca al cauce del río Piura.</p> |
| <p>DESIZAMIENTOS (CAIDAS DE ROCAS U OTROS)</p> | <p>Yamango (Yamango) (2B-48)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato de esquistos, filitas y cuarcitas (Complejo Olmos), que conforman montañas modeladas en rocas metamórficas, con pendientes fuertes de hasta 30°, presencia de suelos arcillosos resultantes de la alteración de rocas metamórficas.</p> <p>Poblado de Yamango se asienta en la divisoria de aguas de cerro La Laguna, los cortes realizados en la ladera para construir carreteras desestabilizaron el terreno. Con lluvias excepcionales del Niño Costero del 25 de marzo se produjeron derrumbes que afectaron</p> | <p>Destrucción de tubería de desagüe.</p> <p>Obstrucción de carretera.</p> | <p>Colocar muros de contención de concreto al pie del talud superior de carretera.</p> <p>Realizar perfilado o banqueteo del talud superior de carretera.</p> <p>Colocar cunetas en la carretera.</p> <p>Colocar cunetas de coronación en el talud superior de carretera el cual</p> |

| | | | | | |
|--|--|-------------|---|---|---|
| | | | el tránsito hacia varios poblados y la ciudad de Huancabamba, derrumbes de 14 m de alto por 58 m de ancho. | | debe ser constantemente mantenido y limpiado. Reubicar viviendas asentadas cerca del borde del talud superior de carretera. |
| | Palambra (Canchaque) (2B-49) | Huancabamba | Morfología de montañas modeladas en rocas metamórficas (cuarcitas y filitas) e intrusivas (tonalitas y dioritas). Deslizamiento antiguo reactivado, corto y produjo asentamiento en campo de fútbol. Avance retrogresivo puede afectar viviendas. | Afectó campo deportivo. | Colocar drenajes en la ladera. Monitoreo constante de la actividad del deslizamiento. Preparar a la población en temas de peligros geológicos y gestión de riesgos. |
| | San Miguel del Faique (Sn Miguel del Faique) (2B-50) | Huancabamba | Morfología de montañas modeladas en rocas metamórficas (cuarcitas y filitas) e intrusivas (tonalitas y dioritas). Ladera con pendientes de hasta 30°. Deslizamiento afecto un grifo, produce el asentamiento de terrenos en la ladera; se evidencia en este sector la presencia de un flujo de tierra. Reptación de suelos en la ladera. | Afecto una estación de servicio de combustible. | Monitoreo constante de la actividad del deslizamiento. Preparar a la población en temas de peligros geológicos y gestión de riesgos. Reducir el ingreso de agua a la zona afectada por el deslizamiento, con la colocación de canales de drenaje. |

Cuadro 5.5: Tramos carreteros afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

| TIPO DE PELIGRO | SECTOR/TRAMO DE CARRETERA (Distrito) (CODIGO) | PROVINCIA | COMENTARIO GEODINÁMICO | VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS | RECOMENDACIONES |
|------------------------------------|---|------------------|---|---|--|
| FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS) | Sector La Campiña /Carretera Catacaos-Cucungará (Catacaos) (2B-51) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales (gravas y arena) de las terrazas aluviales del río Piura. Terreno de baja pendiente de menos de 5°. Flujos de agua desbordados del río Piura después de la rotura del muro de encauzamiento de tierra, erosionó la plataforma asfaltada de carretera. | 130 m de carretera afectada. | Rehabilitación y reforzamiento de muro de encauzamiento del río Piura. Rehabilitación de carretera, colocar gaviones a los costados de la vía. |
| | Sector Pedregal /Carretera Catacaos-Cucungará (Cucungará-Cura Mori) (2B-52) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales (gravas y arena) de las terrazas aluviales del río Piura. Terreno plano con pendiente baja de menos de 5°. Flujos de agua desbordados del río Piura después de la rotura del muro de encauzamiento de tierra, erosionó la plataforma asfaltada de carretera. | 70 m de carretera afectada. | Rehabilitación y reforzamiento de muro de encauzamiento del río Piura. Rehabilitación de carretera, colocar gaviones a los costados de la vía. |
| | Calle Juan Velazco Alvarado / Pozo de los Ramos (Cucungará-Cura Mori) (2B-53) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales (gravas y arena) de las terrazas aluviales del río Piura. Terreno plano con pendiente baja de menos de 5°. Flujos de agua desbordados del río Piura después de la rotura del muro de encauzamiento de tierra, erosionó la plataforma asfaltada de carretera. | 420 m de carretera destruidos. | Rehabilitación y reforzamiento de muro de encauzamiento del río Piura. Rehabilitación de carretera, colocar gaviones a los costados de la vía. |

| | | | | |
|---|--------------|--|---|--|
| <p>Calle Juan Velazco Alvarado / Chato Grande (Cucungará-Cura Mori) (2B-54)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales (gravas y arena) de las terrazas aluviales del río Piura. Terreno plano con pendiente baja de menos de 5°. Flujos de agua desbordados del río Piura después de la rotura del muro de encauzamiento de tierra, se dirigieron por la terraza aluvial y erosionó la plataforma de carretera afirmada.</p> | <p>90 m de carretera destruidos.</p> | <p>Rehabilitación y reforzamiento de muro de encauzamiento del río Piura. Rehabilitación de carretera.</p> |
| <p>Desvío Panamericana Norte - Chato Chico (Catacaos) (2B-55)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales (gravas y arena) de las terrazas aluviales del río Piura. Terreno plano con pendiente baja de menos de 5°. Flujos de agua desbordados del río Piura por la margen izquierda después de la rotura del muro de encauzamiento de tierra, se dirigieron por la terraza aluvial y erosionó la plataforma de carretera afirmada.</p> | <p>380 m de carretera destruidos.</p> | <p>Rehabilitación y reforzamiento de muro de encauzamiento del río Piura. Rehabilitación de carretera.</p> |
| <p>Carretera Cumbibira-Buenos Aires (Catacaos) (2B-56)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales (gravas y arena) de las terrazas aluviales del río Piura. Planicie costera con cobertura de arena eólica, Terreno plano con pendiente baja de menos de 5° en el valle y ondulado en la planicie costera que forma localmente lomadas de baja altura. Quebradas secas que disectan la planicie costera se activaron con las lluvias excepcionales y acarrearón flujos de lodo y agua.</p> | <p>200 m de trocha carrozable afectada.</p> | <p>Rehabilitación de trocha carrozable.</p> |

| | | | | | |
|--|--|---------|---|---|---|
| | Sector Becara- km 103+200 / Carretera a Sechura (Vice) (2B-57) | Sechura | Substrato de areniscas y conglomerados poco consolidados, cubiertos por arenas eólicas; que conforman una morfología de planicie costera con ondulamientos que forman lomas locales de baja altura. Fuertes precipitaciones pluviales extraordinarias activaron dos quebradas secas por las que discurrieron flujos de lodo. | Cruza la carretera Piura-Sechura en dos sectores con 100 m y 170 m afectados. | Colocar badén de concreto en la carretera, en el sector donde las quebradas interceptan la vía. |
| | Sector Becara - km 101+900 / Carretera a Sechura (Vice) (2B-58) | Sechura | | | |
| | Sector Cerezal / Carretera Piura- Curumuy (Piura) (2B-59) | Piura | Substrato de arenas poco compactas, que cubren la planicie costera, formando en algunos sectores dunas de baja altura. Terreno plano ondulado de pendiente máxima de 5°. Precipitaciones pluviales intensas socavaron las arenas y formaron cárcavas por donde discurren flujos de lodo, el avance retrogresivo de estas cárcavas comprometen la estabilidad de la carretera ha Curumuy en dos sectores. | Carretera a Curumuy afectada en dos sectores en longitudes de cinco y siete metros. | Relleno de cárcavas. Colocar diques transversales a las cárcavas, se puede utilizar maderas y rocas. |
| | Sector Cerezal / Carretera Piura- Curumuy (Piura) (2B-60) | | | | |
| | Molino Viejo / Carretera Piura- Curumuy (Piura) (2B-61) | Piura | Substrato de arenas poco compactas, que cubren la planicie costera, formando en algunos sectores dunas de baja altura. Terreno plano ondulado de pendiente máxima de 5°. Precipitaciones pluviales intensas socavaron las arenas y formaron cárcavas por donde | Afecta 10 m de carretera. | Relleno de cárcavas. Colocar diques transversales a las cárcavas, se puede utilizar maderas y rocas. |

| | | | | | |
|---|----------|--|---|--|--|
| | | | discurren flujos de lodo, el avance retrogresivo de estas cárcavas comprometen la estabilidad de la carretera hacia Curumuy | | |
| Fundo El Papayo - San Silvestre / Carretera Piura-Tambo Grande - (Castilla) (2B-62) | Piura | Substrato de arenas poco compactas, que cubren la planicie costera, formando en algunos sectores dunas de baja altura. Terreno plano ondulado de pendiente máxima de 5°, sobre el cual se desarrollan actividades agrícolas. Quebrada seca en parte borrada por los trabajos de preparación de terreno para cultivar, se activó con precipitaciones pluviales intensas del fenómeno El Niño Costero. | Afecta 17 m de carretera. | Limpieza de cauce y canalización de quebrada que permita el libre discurrir de flujos. | |
| Potrero Santa Beatriz / Carretera Piura-Tambo Grande (Castilla) (2B-63) | Piura | Substrato de arenas poco compactas, que cubren la planicie costera, formando en algunos sectores dunas de baja altura. Terreno plano ondulado de pendiente máxima de 5°, sobre el cual se desarrollan actividades agrícolas. Quebrada seca reactivada con fuertes precipitaciones pluviales del Niño Costero que genero la formación de flujos de lodo. | Afecta 30 m de carretera. | Limpieza de cauce y canalización de quebrada que permita el libre discurrir de flujos. Colocar badén de concreto en la carretera. | |
| km 197+600 / Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos (La Matanza) (2B-64) | Morropón | Substrato de arenas poco compactas, que cubren la planicie costera, formando en algunos sectores dunas de baja altura. Terreno plano ondulado con pendiente máxima de 5°. Quebrada seca tributaria por la margen izquierda del río Piura, reactivada con | Destruyó 100 m de la carretera Piura-Olmos. | Limpieza de cauce y canalización de quebrada que permita el libre discurrir de flujos. Colocar puente o batería de alcantarillas con el mayor diámetro posible para evitar | |

| | | | | | |
|--|---|----------|---|---|---|
| | | | fuertes precipitaciones pluviales, por ella discurrieron flujos de lodo. | | su obstrucción con vegetación. |
| | Km 195+000 / Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos (La Matanza) (2B-65) | Morropón | Substrato de arenas poco compactas, que cubren la planicie costera, formando en algunos sectores dunas de baja altura. Terreno plano ondulado con pendiente máxima de 5°. Quebrada seca tributaria por la margen izquierda del río Piura, reactivada con fuertes precipitaciones pluviales, por ella discurrieron flujos de lodo. | Destruyó 66 m de la carretera Piura-Olmos. | El nuevo puente o batería de alcantarilla debe contemplar en su diseño cubrir el ancho máximo del cauce de la quebrada para evitar estrechamientos. |
| | Km 152+973 / Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos (La Matanza) (2B-66) | Morropón | Substrato de arenas eólicas poco compactadas, depósitos coluvio-deluviales y rocas metamórficas (cuarcitas, filitas). Morfología de planicie costera con cobertura de mantos de arena, llanura disectada y pie de montes ubicadas al pie de montañas modeladas en rocas metamórficas. Cobertura vegetal de matorrales. Quebrada seca de 24 m de ancho que disecta la planicie costera acarrió flujos de lodo que erosionaron las márgenes de la quebrada. | Afectó estribo izquierdo de pontón de la carretera Piura-Olmos. | Encauzamiento de quebrada. Protección de estribos del pontón con enrocados o gaviones. |

| | | | | |
|--|----------|---|---|---|
| Sector El Virrey Km 155+300 / Carretera Piura- Cruce km 50- Olmos (La Matanza) (2B-67) | Morropón | Substrato de arenas eólicas poco compactadas, depósitos coluvio-deluviales y rocas metamórficas (cuarcitas, filitas). Morfología de planicie costera con cobertura de mantos de arena, llanura disectada y pie de montes ubicadas al pie de montañas modeladas en rocas metamórficas. Cobertura vegetal de matorrales. Tres quebradas reactivas con último evento EL Niño Costero: La primera quebrada reactivada tiene cuatro metros de ancho y por ella discurren flujos de lodo. La segunda quebrada también acarrió flujos de lodo que erosionaron el estribo de la alcantarilla en ambas márgenes. | Puede afectar Pontón en tres sectores, en longitudes de 4 m, 11m y 14 m. Erosión de ambos estribos de alcantarilla. Socavamiento de estribos de pontón. | Encauzamiento de quebrada. Protección de estribos del pontón con enrocados o gaviones. El diseño de un nuevo puente o pontón debe contemplar en la luz de la loza, el ancho total de la quebrada, para de esta forma evitar estrechamientos que favorezcan desbordes y erosión de la estructura construida. |
| El Virrey - Km 155+798 / Carretera Piura- Cruce km 50- Olmos (La Matanza) (2B-68) | | | | |
| El Virrey - Km 156+800 / Carretera Piura- Cruce km 50- Olmos (La Matanza) (2B-69) | Morropón | Tercera quebrada tiene un ancho de cauce de 14 m por la cual discurrieron flujos de lodo y agua que socavaron el fondo y los estribos de pontón con alcantarillas cuadradas | | |
| Km 159+770 / Carretera Piura- Cruce km 50- Olmos (La Matanza) (2B-70) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas (cuarcitas y filitas) y depósitos coluvio-deluviales. Morfología de colinas modeladas en rocas metamórficas. Quebrada seca de 22 m de ancho, reactivada con flujos de lodo que erosionaron estribos de pontón de la carretera de 13.5 m de ancho. | Afecta estribos de pontón de 13.5 m. | Encauzamiento de quebrada. Protección de estribos del pontón con enrocados o gaviones. El diseño de un nuevo puente debe contemplar en la luz de la loza, el ancho total de la |

| | | | | | |
|--|--|----------|---|---|---|
| | | | | | quebrada, y de esta forma evitar estrechamientos que favorezcan desbordes y erosión de la estructura construida. |
| | La Viña / Chulucanas-La Viña-río Seco (Chulucanas) (2B-71) | Morropón | Substrato conformado por rocas sedimentarias (conglomerados y areniscas), rocas volcano-sedimentarias (andesitas intercaladas con areniscas) y depósitos proluviales. | Corto el tránsito vehicular y de personas hacia el sector de Río Seco, en tres sectores, siendo estos de 36 m, 128 m y 260 m. | Encauzamiento de quebrada. Rehabilitación de badén de concreto. Ampliación de badén de concreto. |
| | La Viña / Chulucanas-La Viña-río Seco (Chulucanas) (2B-72) | | Morfología de colinas y lomadas modeladas en rocas sedimentarias, colinas y montañas modeladas en rocas volcano-sedimentarias; piedemontes aluvio-torrenciales y cauces de quebradas secas. | | |
| | Belén / Chulucanas-La Viña-río Seco (Chulucanas) (2B-73) | | Se tienen tres quebradas secas reactivadas por fuertes precipitaciones pluviales, por donde se canalizaron flujos de detritos. Los flujos de detritos y agua erosionaron y ensancharon los cauces de las quebradas. | | |
| | Cerro Encajonado / carretera Chulucanas-Río Seco-Barranco (Chulucanas) (2B-74) | Morropón | Substrato de areniscas y conglomerados aluviales y fluviales, que conforman terrazas aluviales ubicados a diferentes niveles con respecto al cauce actual. Pendiente muy baja de entre 1° a 5°. Se tienen tres quebradas que cortan trocha carrozable en tramo de 400 m; con las últimas lluvias se activaron y acarrearon flujos de detritos con bloques de hasta dos | 400 m de carretera afectada por derrumbes y cortada en tres sectores por quebradas. | Canalización y Construcción de badenes en los cruces de la carretera con las quebradas. Remoción de bloques inestables del talud superior de carretera. |

| | | | | | |
|--|----------|--|--|---|--|
| | | | metros de diámetro que cortaron el tránsito hacia el sector de El Barranco. Fuertes lluvias también desestabilizaron los taludes de corte de carretera. | | |
| Chilique Alto / carretera Chulucanas- Frías (Chulucanas) (2B-75) | Morropón | Substrato de rocas intrusivas tipo granito, que conforma montañas, disectada por cárcavas y quebradas tributarias del río Yapatera. Se tienen diez Cárcavas y pequeñas quebradas que bajan del Cerro Peña Blanca cortaron la carretera y destruyeron gaviones. | Tramo de 2,1 km de carretera afectado en diez sectores. | Canalización y rehabilitación de badenes de concreto en los cruces de la carretera con las quebradas. Limpieza cunetas en la trocha carrozable. | |
| Chilileque- Quebrada Huabo / carretera Chulucanas- Frías (Frías) (2B-76) | Ayabaca | Substrato de rocas intrusivas tipo granito, muy alterado, que conforma montañas, disectada por cárcavas y quebradas tributarias del río Yapatera. Cobertura vegetal de bosques y matorrales. Flujo de detritos de gran magnitud cortaron el tránsito hacia el distrito de frías. Carretera con problemas de carcavamiento y surcos, por erosión pluvial. | 20 m de carretera afectada por socavamiento. | Canalización y rehabilitación de badenes de concreto en el cruce de la carretera con la quebrada Huabo. Limpieza cunetas en la trocha carrozable. | |
| Pampa Ramada- Nuevo Porvenir / carretera Chulucanas- Frías (Frías) (2B-77) | Ayabaca | Substrato de rocas intrusivas tipo granito, muy alterado, que conforma montañas, disectada por cárcavas y quebradas tributarias del río Yapatera. Cobertura vegetal de bosques y matorrales. Carcavamientos y surcos que cortan la carretera, por estas discurren flujos de detritos y lodo. Avance retrogresivo de las cárcavas pueden afectar la plataforma de carretera. | 30 m de carretera afectada | Limpieza cunetas en la trocha carrozable. Colocar badenes de concreto en el cruce de quebradas con la carretera. Colocar diques transversales en la quebrada. | |

| | | | | | |
|--|---|----------|---|--|--|
| | | | Taludes superiores de carretera inestables, con lluvias fuertes se produjeron derrumbes que obstruyeron la carretera. | | |
| | Limón / carretera Chulucanas- Frías (Frías) (2B-78) | Ayabaca | Substrato conformado por rocas volcano-sedimentario del Grupo San Pedro y granitos alterados. Morfología de montañas modeladas en rocas intrusivas y volcano-sedimentarias. Cobertura de árboles y matorrales. Carcavamientos por donde discurren flujos de detritos que afectan la carretera. Derrumbes en el talud superior de carretera. | 25 m de carretera afectada. | Limpieza cunetas en la trocha carrozable. Colocar badenes de concreto en el cruce de quebradas con la carretera. Colocar diques transversales en la quebrada. |
| | Carretera Chulucanas- Sancor-Vega Larga (Chulucanas) (2B-81) | Morropón | Substrato de rocas volcano-sedimentarias, que conforma montañas con pendientes de hasta 25°, cobertura de árboles y matorrales. Torretera afluente del río Sancor activada con fuertes precipitaciones generando flujos de detritos los cuales socavaron la carretera y cortaron el tránsito hacia el poblado de Vega Larga. | Ocho metros de carretera destruida. | Colocar badén de concreto o mampostería en la trocha carrozable. |
| | Carretera Morropón-Piura La Vieja- Chulucanas (Morropón y Chulucanas) (2B-82) | Morropón | Substrato conformado por conglomerados y arenas de origen aluvial que conforma terrazas y conos de deyección. En estos terrenos se realiza una intensa actividad agrícola. Quebradas por la cuales discurrieron flujos de lodo y agua con las últimas lluvias excepcionales relacionadas al Niño Costero; se activaron las quebradas Franco, Sector Franco Bajo, quebradas sin nombre ubicadas | Tramo total de 1862 m de carretera destruidos. Destrucción de pontones y alcantarillas. | Colocar pontones y alcantarillas que cubran el ancho real de las quebradas. Las alcantarillas deben tener los diámetros máximos posibles para reducir la posibilidad de obstrucciones con material sólido y vegetación. |

| | | | | | |
|--|---|----------|--|---|--|
| | | | <p>en los cruces de los km 58+600, km 56, también en Piura La Vieja; y Quebradas Las Damas, Chapica, río Charanal.</p> <p>Los pontones y alcantarillas colocadas en los cruces de carretera con quebradas estrangulaban los cauces, de esta manera los grandes volúmenes de agua no pudieron ser drenados eficientemente por lo que se erosionaron los estribos de estas estructuras quedando inservibles e incluso fueron arrastradas por las corrientes de agua.</p> | | Colocar defensas riverañas en estribos de pontones y alcantarillas con enrocados o gaviones. |
| | Sector Cerro Chato / San Pedro-Frías (San Domingo) (2B-83) | Morropón | <p>Substrato constituido por rocas intrusivas (tonalitas) muy alteradas; conforma montañas modeladas en intrusivas, con cobertura de árboles. Laderas con pendientes que pueden alcanzar los 45°.</p> <p>Fuertes precipitaciones pluviales generaron erosión en cárcavas por las cuales discurrieron flujos de lodo que afectó la plataforma de carretera, dejándola cortada, irregular e inestable.</p> | Un kilómetro de trocha carrozable cortada en varios sectores por caracas. | Rehabilitación de la plataforma de trocha carrozable, rellenando surcos y cárcavamiento. Limpieza de cunetas de carretera. |
| | Cruce con quebrada Los Potros / Carretera Morropón-Paltashaco-Chalaco (Chalaco) (2B-84) | Morropón | <p>Substrato de rocas volcano-sedimentarias (andesitas, areniscas y conglomerados), sedimentarias (areniscas, cuarcitas y lutitas) e intrusivas (tonalitas). Morfología de montañas, con laderas de hasta más de 30°.</p> <p>Quebrada de Los Potros acarreó flujo de detritos, con materiales de naturaleza sedimentarias (cuarcitas y lutitas), que</p> | 23 m de carretera afectados. | Colocar un puente con longitud que cubra todo el ancho de la quebrada. Limpieza y encauzamiento de la quebrada. |

| | | | | | |
|--|---|----------|---|---|---|
| | | | obstruyó el pase hacia Chalaco en una longitud de 23 m. | | |
| | Sector Guayaquil-(km 74) / Carretera Morropón-Paltashaco-Chalaco (Morropón) (2B-85) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas (esquistos, gneis y filitas), que conforma colinas con laderas de hasta 30° de pendientes; también se tienen conos de deyección, cubiertas con vegetación de árboles. Quebrada seca de 10 m de ancho que se activó con últimas lluvias con un flujo de detritos. Viviendas construidas muy cerca del cauce de la quebrada hacia ambas márgenes. Pontón de carretera de 4,5 m de ancho. | Afectó 28 m de carretera. Puede afectar viviendas y canal de agua. | Colocar un puente con longitud que cubra todo el ancho de la quebrada. Limpieza y encauzamiento de la quebrada. |
| | San Luis / Morropón-Paltashaco-Chalaco (Morropón) (2B-86) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas (esquistos, gneis y filitas), que conforma colinas con laderas de hasta 30° de pendientes; también se tienen conos de deyección, cubiertas con vegetación de árboles. Torrentera de corto recorrido, poco profunda y unos tres metros de ancho, activada con lluvias fuertes acarreo flujo de detritos y agua; también produjo desbordes hacia ambas márgenes de su cono de deyección. | Afecto una vivienda de adobe y tuberías de agua. | Limpieza y encauzamiento de la quebrada. Colocar pontón con mayor luz que el actual. |
| | Sector Maray-río Corrales / Carretera Morropón-Maray-Yamango | Morropón | Substrato de rocas intrusivas (granitos y dioritas), alteradas, que conforman una morfología de montañas y piedemontes aluvio-torrenciales. Laderas con pendientes de hasta 30°, cubiertas por una vegetación de árboles. | Afecto viviendas y carretera en varios sectores. Terrenos de cultivo perdidos por erosión fluvial. | Canalizar torrenteras. Colocar diques transversales en la torrentera. Limpieza de torrenteras. Colocar badenes de concreto en el cruce de la carretera |

| | | | | |
|---|----------|--|---|--|
| (Santa Catalina de Mossa) (2B-88) | | Torrenteras de corto recorrido que bajan del cerro Maray se reactivaron y acarrearón flujos de detritos que afectaron viviendas y la carretera. También se produjo una intensa erosión en ambas márgenes del río Corrales que afectó terrenos de cultivo. | 350 m de carretera a Pampa de Flores destruidos. | con torrenteras de mayor dimensión. No construir viviendas cerca de torrenteras. Encauzamiento del río Corrales, con enrocados o gaviones. |
| Quebrada Huallacal / Carretera Morropón-Maray-Yamango (Santa Catalina de Mossa) (2B-89)) | Morropón | Substrato de rocas intrusivas (granitos y dioritas), alteradas, que conforman una morfología de montañas y piedemontes aluvio-torrenciales. Laderas con pendientes de hasta 30°, cubiertas por una vegetación de árboles. Quebrada seca reactivada, discurrió flujo de detritos que corto el paso por la carretera. | 100 m de carretera afectados. | Colocar badén en la carretera. Limpieza y encauzamiento de la quebrada con enrocados y gaviones. |
| Sector Nueva Esperanza y Los Pasajes / Carretera Morropón-Charrasquillo-Chalaco (Yamango) (2B-90) | Morropón | Substrato de rocas intrusivas (granito), que conforma una morfología montañosa, con pendientes que puede superar los 30°, cobertura densa de árboles. Se tiene en este sector nueve torrenteras de corto recorrido que bajan del cerro Coca, que se reactivaron y cortaron totalmente la plataforma de carretera en estos sectores con los flujos de detritos que acarrearón, se tienen bloques de hasta 5 m de diámetro. También se tienen derrumbes en el talud superior de carretera. | En un tramo de 2,5 km se tienen nueve sectores donde se cortó la carretera. | Rehabilitación de la plataforma de carretera. Colocar badenes de concreto o mampostería en la carretera. |

| | | | | |
|--|----------|---|---|---|
| Sector Piscan, Quebrada Huahuar / Carretera Morropón-Maray-Yamango (Yamango) (2B-91) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (filitas y esquistos), que conforman montañas con pendientes de hasta 30° en sus laderas, con cobertura de árboles. Quebrada Huahuar de 16 m de ancho de cauce, acarrea flujos de detritos, material arrastrado conformado por arenas, gravas y bloques de hasta 3 m de longitud. | Afecta 16 m de carretera. | Colocar badén o puente en la carretera. Canalización de quebrada. Evitar la construcción de viviendas cerca de la quebrada. |
| Piscan / carretera Morropón-Maray-Yamango (Yamango) (2B-92) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (filitas y esquistos) e intrusivo (granitos), que conforman montañas con pendientes de hasta 30° en sus laderas, con cobertura de árboles. Quebrada de corto recorrido activada con lluvias intensas; material areno-gravoso en el cauce, con bolos de hasta 1 m de longitud. Flujo erosionó la plataforma de carretera. | Afecta 17 m de carretera. | Colocar badén o puente en la carretera. Canalización de quebrada. Evitar la construcción de viviendas cerca de la quebrada. |
| Piscan / Carretera Morropón-Maray-Yamango Bajo (Yamango) (2B-93) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (filitas y esquistos) e intrusivo (granitos), que conforman montañas con pendientes de hasta 30° en sus laderas, con cobertura de árboles. Quebrada de corto recorrido activada con lluvias intensas, descienden flujo de detritos; carretera desciende de forma paralela a la quebrada. | Puede afectar 183 m de carretera, así como tubería de agua. | Canalización de quebrada con muros de concreto o gaviones. |

| | | | | |
|--|-----------------|--|---|--|
| <p>Faical-Paredes Maceda / carretera Morropón- Maray-Yamango (Yamango) (2B-94)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (filitas y esquistos) e intrusivo (granitos), que conforman montañas con pendientes de hasta 30° en sus laderas, con cobertura de árboles. Quebrada de corto recorrido por la que bajo flujo de detritos que cortó la plataforma de carretera.</p> | <p>Tramo de 5 m de carretera afectado. Pueden ser afectados viviendas construidas cerca de las quebradas.</p> | <p>Canalización de quebrada con muros de concreto o gaviones. Prohibir la construcción de viviendas cerca de cauces de quebradas.</p> |
| <p>Faical / carretera Morropón- Maray-Yamango (Yamango) (2B-95)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (filitas y esquistos) e intrusivo (granitos), que conforman montañas con pendientes de hasta 30° en sus laderas, con cobertura de árboles. Dos torrenteras de corto recorrido que atraviesa el poblado de Faical; por estas discurrieron flujos de detritos. Se tienen viviendas hacia ambas márgenes de las quebradas.</p> | <p>Destruyó 9 m de carretera. Pueden ser afectados viviendas construidas cerca de las quebradas.</p> | <p>Canalización de quebrada con muros de concreto o gaviones. Prohibir la construcción de viviendas cerca de cauces de quebradas.</p> |
| <p>Faical / Carretera Morropón- Maray-Yamango (Yamango) (2B-96)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (filitas y esquistos) e intrusivo (granitos), que conforman montañas con pendientes de hasta 30° en sus laderas, con cobertura de árboles. Flujo de detritos canalizado por quebrada que baja del Cerro San Cristóbal, corto el tránsito por la vía. Cauce colmatado con material gravo-arenoso con bolos de un metro de diámetro.</p> | <p>Afecto 49 m de carretera.</p> | <p>Canalización de quebrada con muros de concreto o gaviones. Descolmatación de cauce. Colocar badén de concreto. Construir puente con longitud de plataforma igual al cauce de la quebrada. Prohibir la construcción de viviendas cerca de cauces de quebradas.</p> |

| | | | | |
|---|----------|---|------------------------------|---|
| Sector Coca / Carretera Morropón- Maray-Yamango (Yamango) (2B-97) | Morropón | Substrato de rocas intrusivo (granitos), que conforman montañas con pendientes de hasta 30° en sus laderas, con cobertura de árboles. Quebrada del Pescado acarrea flujos de detritos conformados por materiales gravo-arenosos con bolos de hasta 1,5 m de diámetro. Flujo corto el tránsito por la carretera. Viviendas construidas muy cerca de la margen izquierda de la quebrada. | 71 m de carretera afectada. | Canalización de quebrada con muros de concreto o gaviones. Descolmatación de cauce. Colocar badén de concreto. Construir puente con longitud de plataforma igual al cauce de la quebrada. Prohibir la construcción de viviendas cerca de cauces de quebradas. |
| Piedra Herrada / carretera Morropón-La Maravilla- Olguín (Buenos Aires) (2B-98) | Morropón | Substrato de rocas sedimentarias (areniscas. Limolitas y lutitas) y metamórficas (cuarcitas y filitas); que modelan colinas en rocas sedimentarias y montañas en rocas metamórficas. Laderas con pendientes de 25° de inclinación, con vegetación de matorrales. Flujos de detritos que discurren por quebrada seca de 13 m de ancho, se activó con lluvias fuertes del Niño Costero. Material gravoso acarreado por el flujo, con clasto de naturaleza metamórfica. | 13 m de carretera afectada. | Canalización de quebrada con muros de concreto o gaviones. Descolmatación de cauce. Colocar badén de concreto. |
| Quebrada Juguay de la Cuña / carretera Morropón-La Maravilla- Olguín (Buenos Aires) | Morropón | Substrato de rocas sedimentarias (areniscas. Limolitas y lutitas) y metamórficas (cuarcitas y filitas); que modelan montañas en rocas sedimentarias y metamórficas. Laderas con pendientes de 25° de inclinación, con vegetación de matorrales. | 332 m de carretera afectada. | Limpieza de cauce de quebrada. |

| | | | | | |
|--|--|-------------|--|---------------------------------|---|
| | (2B-99) | | Quebrada Jaguay de la Cuña activada excepcionalmente, por ella discurrió flujos de detritos que cortaron el paso hacia la localidad de Olgúin, así como el paso de las cosechas de plátanos. | | |
| | Santa Rosa / carretera Serrán- Hornopampa- Huarmaca (Salitral) (2B-100) | Morropón | Substrato de rocas sedimentarias con cierto grado de metamorfismo (cuarcitas y arcillitas), que modelan una morfología de montañas. Laderas con pendientes de 25° de inclinación, con cobertura vegetal de árboles. Torrentera seca de tres metros de ancho de cauce, reactivada por la que discurrió flujos de lodo que cortó el paso hacia Hornopampa. | Afectó tres metros de quebrada. | Colocar Baden. Limpieza de cauce de quebrada. |
| | Quebrada Chorro Blanco- Los Ranchos / Salitral- Quemazón-Los Ranchos (Canchaque) (2B-102) | Huancabamba | Substrato de roca sedimentaria (areniscas, limolitas y lutitas), que modela montañas, con laderas de más de 35° de inclinación, con cobertura de árboles y matorrales. Avalancha de rocas antigua en cuyos flancos se desarrollaron quebradas, las cuales acarrearán flujos de detritos, que cortan el tránsito hacia la localidad de Sapce. Se observa la acumulación de bloques de sueltos acumulados en la ladera. | Afecta 5 m de carretera. | Colocar badén en la carretera. Limpieza y descolmatación de cauce de quebrada. |

| | | | | |
|--|--------------------|--|---|---|
| <p>Quebrada Huaricanchi / Km 1805 de la carretera Huancabamba-Sóndor (Sóndor) (2B-103)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de rocas sedimentarias con bajo grado de metamorfismo (cuarcitas, filitas, pizarras y niveles de meta-andesitas), también rocas volcano-sedimentarias (andesitas con areniscas calcáreas, caliza, yeso, arcillitas); que conforma una morfología de montañas, con laderas de pendientes de hasta 30°. Quebrada Huaricanchi con ancho de cauce de seis metros, se reactivó con flujo de detritos (gravas, arena y limo). La carretera cruza la quebrada por medio de un pontón de cuatro metros de longitud.</p> | <p>Puede afectar puente y carretera en una longitud de seis metros.</p> | <p>Colocar puente con loza de mayor longitud que cubra el ancho total de la quebrada. Limpieza y descolmatación de cauce. Proteger estribos de pontón con enrocados o gaviones.</p> |
| <p>Huaricachi Bajo / Carretera Huancabamba-Sóndor (Sóndor) (2B-104)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de rocas sedimentarias con bajo grado de metamorfismo (cuarcitas, filitas, pizarras y niveles de meta-andesitas), también rocas volcano-sedimentarias (andesitas con areniscas calcáreas, caliza, yeso, arcillitas); que conforma una morfología de montañas, con laderas de pendientes de hasta 30°. Derrumbe en cabecera de torrentera genero flujo de detritos excepcional que cubrió terrenos de cultivo y carretera; pudo afectar viviendas localizadas</p> | <p>Afecto 20 m de carretera, también cultivos de maíz y árboles frutales.</p> | <p>Colocar alcantarilla o badén en la carretera. Limpieza y descolmatación de cauce. Proteger estribos de pontón con enrocados o gaviones.</p> |
| <p>Sondorillo / Carretera Huancabamba-Sondorillo (Sondorillo)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de rocas volcano-sedimentarias (andesitas con areniscas calcáreas, caliza, yeso, arcillitas); que conforman montañas, con laderas de hasta 25° de inclinación.</p> | <p>Afectó 10 m de carretera.</p> | <p>Limpieza de quebrada. Encauzamiento de quebrada.</p> |

| | | | | | |
|--|---|-------------|---|------------------------|---|
| | (2B-105) | | Quebrada activada con fuertes lluvias, acarreó flujo de detritos (gravo-arcilloso), corto el tránsito por la vía. | | |
| | Desvío hacia el túnel transandino / Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca (Sondorillo) (2B-106) | Huancabamba | Substrato de rocas sedimentarias con bajo grado de metamorfismo (cuarcitas, filitas, pizarras y niveles de meta-andesitas), también rocas volcano-sedimentarias (andesitas con areniscas calcáreas, caliza, yeso, arcillitas); que conforma una morfología de montañas, con laderas de pendientes de hasta 30°. La carretera cruza quebrada Uchupata de 98 m de ancho, por donde discurren grandes flujos de detritos de forma estacional. Flujo conformado por material gravo-arenoso, laderas se presentan fuertemente erosionadas, muchas cárcavas por la cuales discurren también flujos de detritos que aportan material suelto a la quebrada principal. | Afecta 98 m carretera. | Limpieza y descolmatación de quebrada. Encauzamiento de quebrada. Desarrollar plan para controlar la erosión de laderas. Aumentar la longitud del badén de concreto que tiene la quebrada. |
| | Desvío hacia el túnel transandino, cruce con quebrada Cuse / Carretera Huancabamba- | Huancabamba | Substrato de rocas sedimentarias con bajo grado de metamorfismo (cuarcitas, filitas, pizarras y niveles de meta-andesitas), también rocas volcano-sedimentarias (andesitas con areniscas calcáreas, caliza, yeso, arcillitas); que conforma una morfología de montañas, con laderas de pendientes de hasta 30°. | Afecta 72 m carretera. | Limpieza y descolmatación de quebrada. Encauzamiento de quebrada. Desarrollar plan para controlar la erosión de laderas. |

| | | | | | |
|--|---|-------------|---|---|---|
| | Sondorillo-Huarmaca (Sondorillo) (2B-107) | | Carretera cruza la quebrada Cuse que tiene un ancho total de 72 m, se reactiva estacionalmente y acarrea flujos de detritos que cortan el tránsito hacia el túnel transandino | | Aumentar la longitud del badén de mampostería que tiene la quebrada. |
| | Quebrada Pucutay / Carretera Huancabamba-Sóndor (Sóndor) (2B-108) | Huancabamba | Substrato de rocas sedimentarias con bajo grado de metamorfismo (cuarcitas, filitas, pizarras y niveles de meta-andesitas), también rocas volcano-sedimentarias (andesitas con areniscas calcáreas, caliza, yeso, arcillitas); que conforma una morfología de montañas, con laderas de pendientes de hasta 30°. Quebrada Pucutay de tres metros de ancho reactivada, por ella discurrió un flujo de detritos. | Puede afectar alcantarillas y carretera en una longitud total de 5 m. | Limpieza y descolmatación de quebrada. Encauzamiento de quebrada. Colocar alcantarillas de mayor dimensión o pontón que cubra el ancho total de la quebrada y de esta forma evitar estrechamiento en el cauce que favorezcan atoros y desborde. |
| | km 1733+000 / Carretera Huancabamba-Sóndor (Huarmaca) (2B-109) | Huancabamba | Substrato de rocas volcánicas conformado por tobas andesíticas y riolíticas, también ignimbritas, que configuran montañas, con laderas de hasta 25° de inclinación. Quebrada que acarrió grandes caudales de agua y flujos de lodo que erosionaron el estribo derecho del puente peatonal; la carretera tiene badén de concreto. | Afecta siete metros de carretera. | Limpieza y descolmatación de quebrada. Encauzamiento de quebrada. Colocar puente peatonal con una longitud de plataforma mayor. |
| | Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca (Huarmaca) (2B-110) | Huancabamba | Substrato de rocas volcánicas conformado por tobas andesíticas y riolíticas, también ignimbritas, que configuran montañas, con laderas de hasta 25° de inclinación, con cobertura vegetal de pastos y matorrales principalmente. | Afectó 60 m de carretera. | Limpieza y descolmatación de quebrada. Encauzamiento de quebrada. Colocar badén de concreto. Relleno y rehabilitación de carretera. |

| | | | | | |
|--|---|-------------|---|---------------------------|---|
| | | | Flujo de detritos excepcional bajo por quebrada de corto recorrido y sin nombre, erosionó y destruyó la plataforma de carretera. | | Proteger el pie del talud inferior de carretera con muros de concreto o gaviones que controlen la erosión y socavamiento de la plataforma de carretera. |
| | Quebrada Huarmaca / Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca (Huarmaca) (2B-111) | Huancabamba | Substrato de rocas volcánicas conformado por tobas andesíticas y riolíticas, también ignimbritas, que configuran montañas, con laderas de hasta 25° de inclinación, con cobertura vegetal de pastos y matorrales principalmente. Flujos de agua y lodo que bajaron por la quebrada Huarmaca erosionaron pie del talud inferior de carretera, produciendo derrumbe que afectaron la vía. | Afectó 40 m de carretera. | Proteger el pie del talud inferior de carretera con muros de concreto o gaviones que controlen la erosión y socavamiento de la plataforma de carretera. Relleno y rehabilitación de carretera. |
| | Cerro Sumuche / Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca) (2B-112) | Huancabamba | Substrato de rocas volcánicas conformado por tobas andesíticas y riolíticas, también ignimbritas, que configuran montañas, con laderas de más de 30° de inclinación, con cobertura vegetal de pastos y matorrales principalmente. Quebrada sin nombre de cinco metros de ancho de cauce, por la cual discurrió un flujo de detritos excepcional, con material gravo-arenoso y bloques de hasta 1,2 m de longitud. Flujo cotó el tránsito de vehículos hacia la localidad de San Miguel del faique. Quebrada corta la carretera en dos desarrollos. | Afecta 10 m de carretera. | Descolmatación de quebrada. Rehabilitación de badén de concreto. Remoción de bloques colgados e inestables del talud superior de carretera. |

| | | | | | |
|-----------------|---|-------------|---|--|---|
| | | | También se produjeron derrumbes del talud superior de carretera cuyos bloques obstruyeron el paso por la carretera. | | |
| | Sector Talingas / Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca) (2B-113) | Huancabamba | Substrato de rocas volcánicas conformado por tobas andesíticas y riolíticas, también ignimbritas, que configuran montañas, con laderas de más de 30° de inclinación, con cobertura vegetal de pastos y matorrales principalmente. Quebrada sin nombre reactiva con un flujo de detritos excepcional que acarreó bolos de hasta 2 m de diámetro, cortó el tránsito vehicular hacia San Miguel del Faique. | Afecto 5 m de carretera. | Descolmatación de quebrada. Rehabilitación de badén de concreto. Colocar badén de concreto. |
| EROSIÓN FLUVIAL | Río Capones / Carretera Morropón-Maray-Yamango (Morropón) (2B-87) | Piura | Morfología de terrazas aluviales con pendientes de menos de 5°, donde se desarrolla una intensa actividad agrícola. Erosión fluvial en ambas márgenes del río Capones; más intensa en la margen izquierda que produjo la pérdida de terrenos de cultivo y obstruyó el paso por la carretera. | 1400 m de carretera afectada. Pérdida de terrenos de cultivo. | Colocar badén de concreto. Colocar defensas ribereñas por medio de enrocados, gaviones o arrimado de material fluvial. |
| | Río Huarmaca-Quebrada del Garabo / Serran-Hornopampa-Huarmaca (Salitral) (2B-101) | Morropón | Substrato constituido por rocas sedimentarias con un grado de metamorfismo bajo (cuarcitas, filitas y pizarras), configura montañas con laderas de hasta 25° de inclinación; valle fluvial con una amplia llanura de inundación y conos deyeativos que confluyen hacia el cauce principal. | Puede afectar 500 m de carretera. | Colocar badén de concreto. Encauzar la quebrada por medio de enrocados, gaviones o arrimado de material fluvial. |

| | | | | | |
|--|--|---------|---|-------------------------------------|---|
| | | | Inundación y erosión fluvial en la confluencia de la quebrada Garabo y el río Huarmaca, puede afectar carretera a Hornopampa. | | |
| | km 947+656 de la Panamericana Norte (Sechura) (2B-114) | Sechura | Substrato de gravas y arenas aluviales, arenas eólicas poco consolidadas que cubren la planicie costera y el valle del río Piura. Pendiente de los terrenos por debajo de los 5°. Quebrada de pendiente muy baja formada por lluvias intensas en la planicie ondulada, produjo erosión parcial de los muros de gaviones y colchón de gaviones colocado para controlar el socavamiento de la plataforma de carretera | Puede afectar 20 m de carretera. | Colocar gaviones en ambos lados de la carretera. Colocar una batería de alcantarillas de mayor diámetro a la existente, que cuban todo el ancho de la quebrada. Limpieza de alcantarillas y pontón. |
| | km 944+135 Panamericana Norte (Sechura) (2B-115) | Sechura | Substrato de gravas y arenas aluviales, arenas eólicas poco consolidadas que cubren la planicie costera y el valle del río Piura. Pendiente de los terrenos por debajo de los 5°. Formación de curso de agua en planicie ondulada que confluye hacia la laguna La Niña, socavó las bases de pontón de la Panamericana Norte. | Puede afectar 5 m de carretera. | Proteger estribos de pontón con gaviones o enrocados. |
| | km 915+840 Panamericana Norte (Sechura) (2B-116) | Sechura | Substrato de gravas y arenas aluviales, arenas eólicas poco consolidadas que cubren la planicie costera y el valle del río Piura. Pendiente de los terrenos de menos de 5°. Curso fluvial formado en planicie costera ondulada rompió la plataforma de carretera | Destruyó siete metros de carretera. | Colocar pontón o batería de alcantarillas que cubran el ancho total del curso fluvial formado. |

| | | | | | |
|--|---------|---|--|---|--|
| | | | en este punto, se realizaron trabajos de relleno en la plataforma de carretera para rehabilitar el tránsito vehicular. | | |
| km 915+050 Panamericana Norte (Sechura) (2B-117) | Sechura | Substrato de gravas y arenas aluviales, arenas eólicas poco consolidadas que cubren la planicie costera y el valle del río Piura. Pendiente de los terrenos de menos de 5°. Flujo de agua formado como consecuencia de lluvias excepcionales del Niño Costero destruyó la plataforma de carretera. | Destruyó 30 m de carretera. | Colocar pontón o batería de alcantarillas que cubran el ancho total del curso fluvial formado. | |
| km 914+100 Panamericana Norte (Sechura) (2B-118) | Sechura | Substrato de gravas y arenas aluviales, arenas eólicas poco consolidadas que cubren la planicie costera y el valle del río Piura. Pendiente de los terrenos de menos de 5°. Quebrada Alto Zorro se activó con fuertes lluvias, provocando inundación y erosión de la carretera. Se observan agrietamientos y hundimientos en la plataforma de carretera | Destruyó 50 m de carretera. | Colocar pontón o batería de alcantarillas que cubran el ancho total de la quebrada. Colocar enrocados o gaviones en los extremos del terraplén de carretera. | |
| km 896 Panamericana Norte (Sechura) (2B-119) | Sechura | Substrato de gravas y arenas aluviales, arenas eólicas poco consolidadas que cubren la planicie costera y el valle del río Piura. Pendiente de los terrenos de menos de 5°. Fuertes precipitaciones pluviales causaron inundación y erosión del terraplén de carretera. | Afectó 150 m de carretera. | Colocar alcantarillas que sirvan de desfogue de aguas acumuladas en un extremo de la carretera, el terraplén de la carretera funciona como dique de represa. Colocar enrocados o gaviones en los extremos del terraplén de carretera. | |
| km 891+718 Panamericana Norte | Sechura | Substrato de gravas y arenas aluviales, arenas eólicas poco consolidadas que cubren | Afecta 181 m de carretera. | Colocar más alcantarillas en el trazo de carretera que cruza la quebrada. | |

| | | | | | |
|--|--|----------|---|---|--|
| | (Sechura) (2B-120) | | la planicie costera y el valle del río Piura. Pendiente de los terrenos de menos de 5°. Quebrada seca se activó con fuertes lluvias, discurrieron por ella flujos de agua que erosionan el terraplén de carretera. | | Colocar enrocados o gaviones en los extremos del terraplén de carretera. |
| | km 6+000 Carretera a Bayóvar (Sechura) (2B-121) | Sechura | Substrato de gravas y arenas aluviales, arenas eólicas poco consolidadas que cubren la planicie costera ondulada y el valle del río Piura. Pendiente de los terrenos de menos de 5°. Grandes volúmenes de agua acumulados en la planicie costera y que conforman la laguna La Niña, destruyeron la carretera de acceso a Bayóvar | Destruyó 216 m de carretera. | Levantamiento de plataforma de carretera. Colocar batería de alcantarillas de diámetro grande para permitir el flujo de agua. Proteger la base las alcantarillas con gaviones. |
| | Jr. San Martín Chulucanas-La Encantada (Chulucanas) (2B-122) | Morropón | Substrato constituido por conglomerados, arenas y limos, que conforman diferentes niveles de terrazas en un valle amplio de pendiente casi nula, donde el río fluye configurando meandros. Inundación y erosión fluvial de la margen derecha del río Piura, afecta usa trocha carrozable que conduce hacia La Encantada, que solo es transitable en periodo de estiaje del río Piura. | Cortó 125 m de trocha carrozable. | Realizar mantenimiento en la trocha carrozable, la cual solos debe ser |
| | Entre Batanes y Pueblo Nuevo de Campanas / carretera Chulucanas- Morropón | Morropón | Substrato constituido por conglomerados, arenas y limos, que conforman diferentes niveles de terrazas en un valle amplio de pendiente casi nula, donde el río fluye configurando meandros. Terrazas fluviales | Afectó 1300 m de carretera. Destruyó varias hectáreas de cultivos. | Realizar trabajos de encauzamiento del río por medio de gaviones o el arrimado de material fluvial con enrocados. Colocar badén de concreto. |

| | | | | | |
|--|--|----------|--|--|---|
| | (Chulucanas) (2B-123) | | donde se desarrollan labores agrícolas que borran los límites de terrazas. Grandes volúmenes de agua que acarreo el río Charanal produjo desbordes y erosión fluvial en ambas márgenes, que destruyeron cultivos (plátano y maíz) y la carretera; el paso hacia Morropón fue cortado totalmente. | | |
| | San Pedro / San Pedro-Frías (Morropón) (2B-124) | Morropón | Substrato constituido por conglomerados, arenas y limos, que conforman diferentes niveles de terrazas en un valle amplio de pendiente casi nula. Erosión fluvial con pérdida total de la carretera como consecuencia de los grandes volúmenes de agua generados con las fuertes lluvias asociadas al evento del Niño Costero; socavamiento de la base de canal de agua de concreto. | Destruyó 220 m de carretera. | Realizar trabajos de encauzamiento del río por medio de gaviones o el arrimado de material fluvial con enrocados. Los gaviones deben cubrir la longitud total de la zona erosionada. |
| | Río Capones Morropón-La Maravilla (Morropón) (2B-125) | Morropón | Substrato constituido por gravas, arenas y limos, que conforman el cono deyectivo del río Capones, de pendiente baja. Erosión fluvial en ambas márgenes del río Capones, cortó el paso vehicular hacia el sector de La Maravilla. | Corto 176 m de trocha carrozable. Destruyó cultivos en ambas márgenes. Destruyó una vivienda en la margen izquierda. | Realizar trabajos de encauzamiento del río por medio de gaviones o el arrimado de material fluvial con enrocados. |
| | Piedra Herrada- Río Corrales / Morropón-La Maravilla- Olguín | Morropón | Substrato constituido por conglomerados, arenas y limos, que conforman el cono deyectivo del río Corrales, de pendiente baja. | Afectó 171 m de trocha carrozable. Afectó postes de transmisión eléctrica y cultivos. | Realizar trabajos de encauzamiento del río por medio de gaviones o el arrimado de material fluvial con enrocados. |

| | | | | | |
|--|---|----------|---|---|--|
| | (Morropón-Buenos Aires) (2B-126) | | Grandes volúmenes agua produjeron inundación y erosión hacia ambas márgenes del río, corto el paso hacia las localidades de La Pilca y La Maravilla. | | |
| | Vado de Garza / carretera Salitral- Quemazón- Coyona-Los Ranchos (Bigote) (2B-127) | Morropón | Substrato de gravas y arenas fluviales, dispuestas en un valle fluvial y abanicos fluviales; rodeado de montañas modeladas en rocas metamórficas del Complejo Olmos (esquistos y filitas). Pendiente del valle es baja y las laderas de las vertientes alcanzan los 25° de inclinación. Erosión fluvial e inundación en ambas márgenes del río Bigote, causado por los grandes volúmenes asociados a las fuertes lluvias del evento El Niño Costero. Corto el paso hacia las comunidades de Quemazón, Coyona, entre otras. | Afectó 274 m de carretera. Afectó terrenos de cultivo. | Construir puente. Realizar trabajos de encauzamiento con arrimado de material fluvial con enrocados o gaviones. |
| | El Cardal /Salitral- carretera Quemazón- Coyona-Los Ranchos (Bigote) (2B-128) | Morropón | Depósitos aluviales (arenas y gravas); substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (esquistos y filitas) y la Formación Salas (filitas, cuarcitas y meta andesitas). Morfología de valle fluvial rodeado de montañas modeladas en rocas metamórficas, disectadas por quebradas que depositan conos de deyección hacia el curso principal del río Bigote. Erosión en ambas márgenes del río, cortó el tránsito hacia la localidad de Coyona y otros poblados. | Afectó 132 m de carretera y terrenos de cultivo. | Construir puente o badén de concreto. Realizar trabajos de encauzamiento con arrimado de material fluvial con enrocados o gaviones. |

| | | | | | |
|---|--|----------|---|---|---|
| | Baden Serrán / Carretera Serran- Canchaque (Salitral) (2B-129) | Morropón | Substrato constituido por gravas, arenas y limos, que conforman diferentes niveles de terrazas en un valle amplio de pendiente casi nula. Grandes caudales acarreados por el río Huarmaca causó erosión fluvial en su margen izquierda, afectó terrenos de cultivo y cortó el tránsito hacia Canchaque y demás localidades. | Afectó 282 m de carretera. Erosionó terrenos de cultivo. | Realizar trabajos de encauzamiento con arrimado de material fluvial con enrocados o gaviones. |
| DESGLIZAMIENTOS (CAIDAS DE ROCAS U OTROS) | Tucaque / Carretera Chulucanas- Frías (Frías) (2B-79) | Ayabaca | Substrato de rocas intrusivas (granodioritas y tonalitas), que conforman montañas modeladas en rocas sedimentarias. Pendiente de las laderas de 25° a 30°, con cobertura de árboles y matorrales. Substrato alterado reducido a arenas, que con fuertes precipitaciones pluviales se desplomaron y obstruyeron cuneta y la carretera. Avance retrogresivo de cárcavas cortan la plataforma de carretera. | Carretera afectada por sectores en un tramo de 2,7 km. | Limpieza de bloques colgados en taludes superiores de corte de carretera. Limpieza de cunetas. Reparación de plataforma de carretera. Colocar diques transversales en cárcavas para controlar la pérdida de suelo. |
| | Frías / Carretera Chulucanas- Frías-Puclús Bajo (Frías) (2B-80) | Ayabaca | Substrato de rocas intrusivas (granodioritas y tonalitas), que conforman montañas modeladas en rocas sedimentarias. Pendiente de las laderas de 25° a 30°, con cobertura de árboles y matorrales. Substrato alterado reducido a arenas, que con fuertes precipitaciones pluviales se produjeron derrumbes. Cárcavamiento intenso socavó profundamente la plataforma de carretera, cortando el tránsito hacia San | Destruyó 115 m de plataforma de carretera. | Limpieza de bloques de roca y suelos colgados e inestables en el talud superior de carretera. Relleno de cárcava que cortó plataforma de carretera. Colocar drenajes en esta zona para evacuar aguas subterráneas que afloran por la carretera. |

| | | | | | |
|--|--|----------|---|--|---|
| | | | Pedro y Chulucanas; además acarreo pequeños flujos de lodo. | | Limpieza y mantenimiento de cunetas. |
| | Sector Vaquería / Carretera San Pedro-Frías (Frías) (2B-130) | Ayabaca | Substrato de rocas sedimentarias del Grupo San Pedro (areniscas, lodolitas y areniscas lodolíticas), que conforman montañas con pendientes de ladera de más de 30° en las zonas altas. Fuertes precipitaciones pluviales saturaron los suelos y rocas causando derrumbes en el talud superior de carretera, obstruyendo el paso hacia Frías. | Carretera afectada por sectores en un tramo de 6,6 km. | Perfilado de talud superior de carretera. Realizar banqueteados en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos e inestables que se encuentran colgados en el talud superior de carretera. Retiro de vegetación colgada e inestable, localizada en el talud superior de corte o por encima de este. Colocar cunetas de coronación en el talud superior de carretera, los cuales deberán ser mantenidos y limpiados regularmente. Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. |
| | Carretera Morropón-Chalaco (Chalaco) (2B-131) | Morropón | Substrato intrusivo de rocas tonalíticas alteradas, que conforma montañas con laderas de más de 30° de inclinación. Presencia de agua subterráneas; ladera afectada por reptación de suelos, superficie del terreno es irregular con empuje de suelo hacia el talud superior de carretera. Se produjo un deslizamiento de 27 m de ancho, | Afecto 27 m de carretera. | Colocar drenajes en ladera. Colocar canales en la ladera para controlar el ingreso de agua a la zona inestable. |

| | | | | | |
|--|---|----------|---|--|---|
| | | | con salto de 1,2 m que produjo el asentamiento de la carretera. | | |
| | Carretera Morropón-Chalaco (Chalaco) (2B-132) | Morropón | Substrato intrusivo de rocas tonalíticas alteradas, que conforma montañas con laderas de más de 30° de inclinación. Derrumbes en talud superior de carretera de inclinación subvertical, arrancó árboles y cortó el tránsito hacia Chalaco. Varios derrumbes y deslizamientos de dimensión reducida detonados por fuertes lluvias afectan la carretera. | Afectó 600 m de carretera por sectores. | Perfilado de talud superior de carretera. Realizar banqueteados en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos e inestables que se encuentran colgados en el talud superior de carretera. Retiro de vegetación colgada e inestable, localizada en el talud superior de corte o por encima de este. |
| | Carretera Morropón-Chalaco (Chalaco) (2B-133) | Morropón | Substrato intrusivo de rocas tonalíticas alteradas, que conforma montañas con laderas de más de 30° de inclinación. Fuertes lluvias detonaron derrumbes en el talud superior de carretera que cortaron parcialmente el tránsito vehicular hacia la localidad de Chalaco. | Afectó 2,9 km de carretera por sectores. | Colocar cunetas de coronación en el talud superior de carretera, los cuales deberán ser mantenidos y limpiados regularmente. |
| | Sector Ñoma / Morropón-Chalaco (Chalaco) (2B-134) | Morropón | Substrato intrusivo de rocas tonalíticas alteradas, que conforma montañas con laderas de más de 30° de inclinación. Fuertes lluvias desestabilizaron el talud superior de carretera, produciéndose varios derrumbes de dimensiones reducidas en un tramo largo de carretera. | Afectó 4,8 km de carretera por sectores. | Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. |
| | km 111+000 / carretera Morropón-Chalaco | Morropón | Substrato intrusivo de rocas tonalíticas alteradas, que conforma montañas con laderas de más de 30° de inclinación. Reptación de suelos en talud superior de carretera, derrumbes en el talud inferior. El | Afectó 90 m de carretera. | |

| | | | | | |
|--|--|----------|--|---|---|
| | (Santo Domingo) (2B-135) | | evento tuvo como detonante las fuertes lluvias de la presente temporada. | | |
| | Sector San Miguel / Morropón-Chalaco (Santo Domingo) (2B-136) | Morropón | Substrato intrusivo de rocas tonalíticas alteradas, que conforma montañas con laderas de más de 30° de inclinación. Fuertes lluvias detonaron derrumbes en el talud superior de carretera que obstruyeron el paso hacia la localidad de Chalaco. | Afectó 260 m de carretera. | Perfilado de talud superior de carretera. Realizar banqueteados en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos e inestables que se encuentran colgados en el talud superior de carretera. Retiro de vegetación colgada e inestable, localizada en el talud superior de corte o por encima de este. Colocar cunetas de coronación en el talud superior de carretera, los cuales deberán ser mantenidos y limpiados regularmente. Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. |
| | Sector San Miguel / Morropón-Chalaco (Santo Domingo) | Morropón | Substrato intrusivo de rocas tonalíticas alteradas, que conforma montañas con laderas de más de 30° de inclinación. Derrumbes en talud superior de carretera, el de mayor dimensión tiene una zona de arranque de 280 de largo por 6 m de alto; | Afectó 137 m de carretera por sectores. | Perfilado de talud superior de carretera. Realizar banqueteados en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos e inestables que se |

| | | | | |
|---|----------|--|---|--|
| (2B-137) | | eventos detonados por fuertes lluvias. Material caído obstruye cuneta y carretera. | | encuentran colgados en el talud superior de carretera. Retiro de vegetación colgada e inestable, localizada en el talud superior de corte o por encima de este. Colocar cunetas de coronación en el talud superior de carretera, los cuales deberán ser mantenidos y limpiados regularmente. Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. |
| Tramo Santa Ana-Pambarrumbe / carretera Morropón-Chalaco (Santo Domingo) (2B-138) | Morropón | Substrato intrusivo de rocas tonalíticas alteradas, que conforma montañas con laderas de más de 30° de inclinación. Presencia de agua subterránea. Derrumbes en talud superior de carretera detonados por fuertes lluvias en un tramo de 10 km, produce asentamiento de suelo y vegetación que obstruye la vía y la cuneta. Deslizamientos nuevos activados también con fuertes lluvias, producen asentamiento de la carretera. Deslizamiento antiguo reactivado, produce asentamiento e irregularidades en la carretera, ancho de escarpa de 350 m. | Afecta 10 km de carretera en 18 sectores con dimensiones de 350 m a 1000 m. | Perfilado de talud superior de carretera. Realizar banqueteados en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos e inestables que se encuentran colgados en el talud superior de carretera. Retiro de vegetación colgada e inestable, localizada en el talud superior de corte o por encima de este. Colocar cunetas de coronación en el talud superior de carretera, los cuales deberán ser |

| | | | | | |
|---|----------|---|--|--|--|
| | | | | | mantenidos y limpiados regularmente. Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar drenajes en las laderas. |
| Paltashaco / Morropón-Chalaco (Santa Catalina de Mossa) (2B-139) | Morropón | Substrato de rocas volcano-sedimentarias (andesitas piroclásticas, margas, caliza, limolitas y grauvacas), que modela un relieve montañoso, con laderas de hasta 35°. Cobertura vegetal de árboles y matorrales. Deslizamiento rotacional activo, produjo el asentamiento del talud superior de carretera; 124 m de ancho de escarpa y 40 m de alto. Material caído de constitución arcilloso muy cohesiva, bloques caídos de hasta 4 m de longitud. Derrumbe en talud superior de carretera produce caída de material suelto que obstruye la vía. Las fuertes lluvias fueron el detonante. | Afecta 190 m de carretera. | Limpieza de bloques y material caído de la carretera. Limpieza de cuneta de la carretera. Remoción de bloques y vegetación inestable del talud superior de carretera, así como de la que se encuentra por encima de la zona de arranque del deslizamiento. | |
| km 84 al 87+400 de la carretera Morropón-Chalaco (Santa Catalina de Mossa) (2B-140) | Morropón | Substrato de rocas volcano-sedimentarias (andesitas piroclásticas, margas, caliza, limolitas y grauvacas) e intrusivas (granitos alterados), que modela un relieve montañoso, con laderas de hasta 35°. Cobertura vegetal de árboles y matorrales. Derrumbes en el talud superior de carretera detonados por fuertes lluvias, movilizaron | Afecta 3,4 km de carretera por sectores, carretera hace tres desarrollos en la ladera. | Perfilado de talud superior de carretera. Realizar banqueteados en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos e inestables que se encuentran colgados en el talud superior de carretera. | |

| | | | | | |
|--|--|----------|---|------------------------------------|---|
| | | | suelos, bloques de roca y vegetación, que obstruyeron la vía. | | Retiro de vegetación colgada e inestable, localizada en el talud superior de corte o por encima de este. Colocar cunetas de coronación en el talud superior de carretera, los cuales deberán ser mantenidos y limpiados regularmente. Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. |
| | Sector Piedra El Toro-Puente en el km 84 / carretera Morropón-Chalaco (Santo Domingo) (2B-141) | Morropón | Substrato de rocas intrusivas muy alteradas a suelo granular (granitos), que conforma montañas con una densa cobertura de árboles y matorrales. Laderas con pendientes que pueden alcanzar los 35°. Tramo de 7,45 km de carretera, donde fuertes lluvias asociadas al evento Niño Costero desestabilizó el talud superior de carretera de ángulo subvertical. Se produjeron derrumbes en gran parte del tramo carretera, donde cayó desde arena hasta bloques de más de cinco metros de longitud. Material caído obstruye y destruye cuneta y la plataforma de carretera. Taludes de corte de hasta 18 m de alto. | Fue afectado 7,45 km de carretera. | Perfilado de talud superior de carretera. Realizar banqueteados en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos e inestables que se encuentran colgados en el talud superior de carretera. Retiro de vegetación colgada e inestable, localizada en el talud superior de corte o por encima de este. Colocar cunetas de coronación en el talud superior de carretera, los cuales deberán ser mantenidos y limpiados regularmente. |

| | | | | | |
|--|--|-----------------|--|--|---|
| | | | | | <p>Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar drenajes en las laderas.</p> |
| | <p>Sector Charancito / Carretera Morropón-Yamango (Santa Catalina de Mossa) (2B-142)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato de rocas metamórficas de la Formación Río Seco (cuarcitas, filitas y pizarras), que conforma colinas y lomadas, con pendientes de hasta 25°, con cobertura vegetal de árboles, matorrales y pastos. Deslizamiento activo, produce empuje de terreno hacia la carretera. Se observa árboles inclinados. Presencia de abundante agua subterránea en la zona. Suelo arcillo-arenoso que proviene de la alteración de las rocas metamórficas.</p> | <p>Afecta 800 m de carretera.</p> | <p>Realizar el mantenimiento de la carretera. Colocar drenajes en la ladera. Colocar canales en la ladera para derivar las aguas de precipitación pluvial fuera de la zona inestable.</p> |
| | <p>Yamango / carretera Morropón-Yamango (Yamango) (2B-143)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (esquistos), morfología de montañas con una cobertura espesa de árboles. Substrato alterado y fracturado, suelo arcilloso y de alta plasticidad. Derrumbes en talud superior de carretera, afectó dos desarrollos de carretera en la entrada hacia la localidad de Yamango.</p> | <p>Afectó 300 m de carretera. También afectó cultivos de maíz.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de cunetas en la carretera. Remoción de bloques sueltos y vegetación colgada en el talud superior de carretera.</p> |
| | <p>La Loma / carretera Morropón-Yamango (Yamango) (2B-144)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (esquistos), morfología de montañas con una cobertura espesa de árboles. Laderas con pendientes de hasta 30°.</p> | <p>Afectó 100 m de carretera.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de cunetas en la carretera. Remoción de bloques sueltos y vegetación colgada en el talud superior de carretera.</p> |

| | | | | | |
|--|--|----------|--|------------------------------------|--|
| | | | Derrumbe detonado por lluvias intensas en el talud superior de carretera que tiene una altura de 6 m, obstruyó la carretera. | | |
| | Flor de Agua / Morropón-Yamango (Yamango) (2B-145) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (esquistos), morfología de montañas con una cobertura espesa de árboles. Laderas con pendientes de hasta 30°. Deslizamiento activo, detonado por fuertes precipitaciones pluviales. Produjo asentamiento en dos desarrollos de la plataforma de carretera de hasta 1,5 m. También se produjo desprendimientos de rocas desde el talud superior de carretera, también cárcavamientos que cortan la carretera. | Afectó 1,685 km de carretera. | Monitoreo constante del deslizamiento. Limpieza de cuneta. Relleno y rehabilitación de la carretera. Remoción de bloques colgados e inestables de la ladera y talud superior. |
| | C° Muscha / Morropón-Yamango (Yamango) (2B-146) | Morropón | Substrato de rocas metamórficas del Complejo Olmos (esquistos), morfología de montañas con una cobertura espesa de árboles. Laderas con pendientes de hasta 30°. Roca alterada a suelo arcilloso que retiene agua de precipitación pluvial. Derrumbes desde el talud superior de carretera fracturado e inestable, detonados por fuertes precipitaciones pluviales; pérdida de plataforma de carretera por derrumbes del talud inferior de carretera. Colapso de ladera superior de carretera de unos 38 m de ancho, produjo la caída de rocas, suelos y vegetación (árboles). | Fue afectado 1,77 km de carretera. | Monitoreo constante del deslizamiento. Limpieza de cuneta. Relleno y rehabilitación de la carretera. Remoción de bloques colgados e inestables de la ladera y talud superior. Perfilado de talud. Realizar el terraceo del talud superior de carretera. Colocar cunetas de coronación en el talud superior de carretera. |

| | | | | | |
|--|-------------|--|---|--|--|
| | | | | | Colocar alcantarillas en la carretera. |
| Quebrada Coca / Morropón-Yamango (Yamango) (2B-147) | Morropón | Substrato de intrusivo de rocas tipo granito, alteradas a suelos residuales arenarcillosos; que conforma montañas con pendientes de laderas de más de 30°, disectadas por numerosas torrenteras de corto recorrido. Movimiento complejo (derrumbe-flujo de detritos), arrancado en casi todos los tributarios de la quebrada Coca; material colapsado fue acareado como flujo de detritos que corto el paso hacia Yamango. El flujo se abrió en dos brazos en su cono de deyección. | Afecto 20 m de carretera, cortó el tránsito. | | Colocar badén en la carretera. Encauzar la quebrada con enrocados o muros de gaviones. Limpieza de quebrada. Colocar diques transversales en la quebrada, de concreto o rocas que retengan la carga solida de nuevos flujos y también que reduzcan la velocidad de la fracción líquida de los flujos. |
| Sector Pichilingue / carretera Salitral-Los Ranchos (Canchaque) (2B-148) | Huancabamba | Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas), alteradas a suelos arcillosos; conforma montañas con laderas de hasta 30°. Cobertura de árboles. Deslizamiento en el sector de Pichilingue detonado por fuertes precipitaciones pluviales produjo asentamientos en la plataforma de carretera, asentamientos del orden de un metro en la vía. | Afecta 85 m de carretera. Afecta canal de riego. Afecta cultivos de frutales. | | Reparar canal de riego y revestir con concreto o rocas y cemento. Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar alcantarillas en la vía. |
| Flor de Café y La Virgen / Salitral-Los Ranchos (Canchaque) (2B-149) | Huancabamba | Substrato de rocas sedimentarias (limolitas y lutitas), que conforma montañas con laderas de pendientes superiores a los 30 °. Avalancha de rocas antiguo reactivado como deslizamiento de menor dimensión arrancada en la escarpa del evento antiguo. | Afecta 174 m de la carretera. | | Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar alcantarillas en la vía. |

| | | | | | |
|--|--|-------------|---|-------------------------------|--|
| | | | Se producen asentamientos en la plataforma de carretera. Se observa bloques de más de un metro de longitud depositados en toda la ladera. | | |
| | Sauce / carretera Salitral-Los Ranchos (Canchaque) (2B-150) | Huancabamba | Substrato de rocas intrusivas (tonalitas y dioritas) y sedimentarias (limolitas y lutitas), que conforma montañas con laderas de pendientes superiores a los 30 °. Deslizamiento antiguo de 845 m de ancho, reactivado como derrumbe de menor dimensión arrancada en la escarpa del evento antiguo. Se producen asentamientos en la plataforma de carretera. Se observa bloques de más de un metro de longitud depositados en toda la ladera. | Afecta 845 m de carretera. | Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar alcantarillas en la vía. |
| | km 69+500 al km 70+100 / Carretera Serrán- Canchaque- Huancabamba (San Miguel de El Faique) (2B-151) | Huancabamba | Substrato de limolitas y lutitas (Grupo Goyllarisquizga), que conforman montañas modeladas en rocas sedimentarias, con laderas de hasta 25°. Cobertura vegetal de matorrales principalmente. Derrumbes en talud superior de carretera que corta rocas y depósitos coluviales, inclinación del talud de corte de 60° y 10 m de alto máximo. Caída de suelos y bloques de rocas de hasta 1,5 m que obstruyen alcantarilla. También se tienen derrumbes en talud inferior que afecta la plataforma de carretera. | Afecta 600 m de carretera. | Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables. |

| | | | | |
|---|--------------------|--|---|---|
| <p>El Encajonado- Canchaque / Carretera Serran- Canchaque- Huancabamba (Canchaque) (2B-152)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas), alteradas a suelos arcillosos; conforma montañas con laderas de hasta 30°. Cobertura de árboles. Deslizamiento activo de 220 m de ancho de escarpa, produce asentamiento de la ladera, también la pérdida de plataforma y obstruye el paso por la carretera ha Canchaque.</p> | <p>Afecta 202 m de carretera.</p> | <p>Monitoreo constante del deslizamiento. Limpieza de cuneta. Relleno y rehabilitación de la carretera. Remoción de bloques colgados e inestables de la ladera y talud superior. Perfilado de talud. Realizar el terraceo del talud superior de carretera.</p> |
| <p>Amp. Santa Rosa / Carretera Serran- Canchaque- Huancabamba (Canchaque) (2B-153)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas); y limolitas y lutitas (Grupo Goyllarisquizga), alteran a suelo arcilloso; conforma montañas con laderas de más de 30°. Cobertura densa de matorrales. Derrumbes en talud superior de carretera, colapso total del talud; el material caído cubrió un carril de la carretera.</p> | <p>Afectó 120 m de carretera.</p> | <p>Monitoreo constante de la ladera inestable. Limpieza de cuneta. Relleno y rehabilitación de la carretera. Remoción de bloques colgados e inestables de la ladera y talud superior. Perfilado de talud. Realizar el terraceo del talud superior de carretera.</p> |
| <p>Cementerio- Canchaque / Carretera Serran- Canchaque- Huancabamba (Canchaque) (2B-154)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas); que conforma montañas con laderas 25° de inclinación máxima; con cobertura de matorrales. Deslizamiento activo, produjo el asentamiento de la plataforma de carretera, salto principal de 1,2-2 m. El substrato</p> | <p>Afecta 95 m de carretera. Destruye canal de agua. Destruyo cuneta de la carretera. Puede afectar cementerio de</p> | <p>Monitoreo constante del deslizamiento. Reparación y mantenimiento de cunetas. Relleno y rehabilitación de la carretera. Colocar cunetas de coronación y canales de</p> |

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|--|---|
| | | | metamórfico alterado a suelo arcilloso, muy cohesivo. Empuje de terreno desde el talud superior de carretera q desplaza la cuneta y también la cubre. Presencia de abundante agua subterránea en la zona. | Canchaque y la infraestructura del I.S.T.P. Canchaque. | drenaje en la ladera y el talud superior de carretera. Colocar alcantarillas en la carretera. |
| | Carretera Serran-Canchaque-Huancabamba (Canchaque) (2B-155) | Huancabamba | Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas); que conforman montañas modeladas en rocas metamórficas, con laderas de 25° de inclinación. Substrato metamórfico altera a suelo arcilloso muy cohesivo. Asentamiento de plataforma de carretera; se obstruye el paso por la carretera. | Afectó 40 m de carretera. | Monitoreo constante de la ladera inestable. Limpieza de cuneta. Relleno y rehabilitación de la carretera. |
| | Km 79 al km 83+860 de la carretera Canchaque-Huancabamba (Canchaque) (2B-156) | Huancabamba | Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas); que conforman montañas modeladas en rocas metamórficas, con laderas de 25° de inclinación. Substrato metamórfico altera a suelo arcilloso muy cohesivo. Cobertura de matorrales. Flujo de tierra que remueve el terreno; la carretera presenta un relieve ondulante, produce la pérdida de asfalto. Derrumbe en talud inferior de carretera; zona reactivada con las últimas precipitaciones pluviales fuertes; tramo de carretera afectada hace tres desarrollos. | Afecta 4,86 km de carretera. | Realizar trabajos de mantenimiento de la plataforma de carretera. Colocar canales de drenaje en la ladera. |

| | | | | |
|---|--------------------|---|--|---|
| <p>Carretera Canchaque-Huancabamba (Canchaque) (2B-157)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de rocas intrusivas (tonalitas y dioritas), que conforma montañas con laderas de hasta 45°, con cobertura de matorrales. Derrumbes en el talud superior de carretera, afecta dos desarrollos, material caído obstruye cuneta de carretera.</p> | <p>Afecta 596 m de carretera.</p> | <p>Realizar trabajos de mantenimiento de la plataforma de carretera. Limpieza y mantenimiento de cuneta de carretera.</p> |
| <p>Cerro Minas / Carretera Canchaque-Huancabamba (San Miguel de El Faique) (2B-158)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de rocas intrusivas (tonalitas y dioritas), que conforma montañas con laderas de hasta 45°, con cobertura de matorrales. Derrumbe en talud superior de carretera, caída de detritos y bloques de roca.</p> | <p>Afecta 133 m de carretera.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas.</p> |
| <p>km 102+000 carretera Canchaque-Huancabamba (Canchaque) (2B-159)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de rocas intrusivas (dioritas o tonalitas) que conforma montañas con laderas de muy fuerte (25°-45°), cubierto con vegetación de tipo matorrales. Carretera trazada en el cerro Minas corta substrato intrusivo medianamente alterado y fracturado, produciéndose derrumbes de suelo y roca desde el talud superior en inferior de la carretera; hay pérdida de la plataforma a lo largo de dos desarrollos de la carretera.</p> | <p>Afecta unos 54 m de carretera en dos desarrollos.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas.</p> |

| | | | | |
|--|--------------------|--|---|---|
| <p>km 107+500 al km 110 / Carretera Canchaque-Huancabamba (Canchaque) (2B-160)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato volcano-sedimentario conformado por andesitas y niveles de rocas sedimentaria de tipo areniscas calcáreas, calizas, yeso y arcillas (Volcánico Llama); que conforma montañas con laderas de pendientes muy fuertes (25°-45°). Talud superior de carretera afectado por derrumbes en varios sectores a lo largo de siete desarrollos de carretera, zonas de arranque discontinuas, altura de taludes de hasta 10 m, con ángulos subverticales.</p> | <p>Afectó 3,5 km de carretera en varios sectores.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas.</p> |
| <p>Chantaco / Carretera Huancabamba-Sóndor (Sóndor) (2B-161)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato volcano-sedimentario conformado por andesitas y niveles de rocas sedimentaria de tipo areniscas calcáreas, calizas, yeso y arcillas (Volcánico Llama); que conforma montañas con laderas de pendiente moderada (5°-15°), con cobertura de pastizales, matorrales y cultivos. Reactivación de deslizamiento antiguo, produce asentamiento de terreno del talud superior de carretera.</p> | <p>Afecta 100 m de carretera.</p> | <p>Monitoreo constante de la ladera inestable. Limpieza de cuneta. Relleno y rehabilitación de la carretera.</p> |
| <p>C° Tronera / Carretera Huancabamba-Sóndor-Tuluce (Sóndor) (2B-162)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas), que altera a suelos arcilloso; conforma montañas con laderas de fuerte pendiente (25°-45°), cobertura de matorrales y árboles. Reactivación de dos deslizamientos, como movimientos complejos (deslizamiento rotacional-flujo de detritos); producen</p> | <p>Afecta 500 m de carretera.</p> | <p>Monitoreo constante de la ladera inestable. Limpieza de cuneta. Relleno y rehabilitación de la carretera. Considerar cambio del trazo de carretera.</p> |

| | | | | | |
|--|-------------|--|--|--|--|
| | | | perdida de plataforma de carretera, también perdida de terrenos. | | |
| Tramo Tacarpo-Tuluce / Carretera Huancabamba-Sóndor-Tuluce (Sóndor) (2B-163) | Huancabamba | Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas), que altera a suelos arcilloso; conforma montañas con laderas de fuerte pendiente (25°-45°), cobertura de matorrales y árboles. Derrumbes en talud superior de carretera a lo largo de seis desarrollos, produce la caída de material arcilloso | Afecta 2,37 km de carretera. | <p>Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas.</p> | |
| Tramo Tacarpo-Tuluce / Carretera Huancabamba-Sóndor-Tuluce (Sóndor) (2B-164) | Huancabamba | Substrato de rocas intrusiva (granito) alterado a suelos arenoso y filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas), que altera a suelos arcilloso; conforma montañas con laderas de fuerte pendiente (25°-45°), cobertura de matorrales y árboles, presencia de abundante agua subterránea. Deslizamiento rotacional activo de unos 80 m de ancho por 50 m de alto, salto principal de 2 m; produce el asentamiento de la plataforma de carretera. | Afecta 80 m de carretera. | <p>Monitoreo constante de la ladera inestable. Limpieza de cunetas. Relleno y rehabilitación de la carretera. Colocar drenajes en el talud superior de carretera para drenar el agua subterránea.</p> | |

| | | | | | |
|--|---|--------------------|---|--|--|
| | <p>Puente Sónдор / Carretera Huancabamba- Huarmaca (Sónдор) (2B-165)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas), que altera a suelos arcilloso; conforma montañas con laderas de pendiente moderada (5°-15°). Con cobertura de arbustos. Deslizamiento activo afectó carretera asfaltada que conduce hacia Sondorillo; destrucción de asfalto, plataforma de carretera ondulada y desplazada.</p> | <p>Afecta 1,173 km de carretera.</p> | <p>Monitoreo constante de la ladera inestable. Limpieza de cunetas. Relleno y rehabilitación de la carretera. Colocar drenajes en el talud superior de carretera para drenar el agua subterránea. Colocar canales de drenaje en la ladera para evacuar las aguas de precipitación pluvial que caen en la zona inestable.</p> |
| | <p>km 1789+800 al km 1792 / Carretera Huancabamba- Huarmaca (Sondorillo) (2B-166)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas), que altera a suelos arcilloso; conforma montañas con laderas de pendiente moderada (5°-15°). Con cobertura escasa de matorrales dispersos y pasto seco. Derrumbes en talud superior de carretera detonado por fuertes lluvias, talud de corte con inclinación de 60°, de hasta 6 m de alto. Material caído obstruye la carretera y la cuneta.</p> | <p>Afecta 2,2 km de carretera.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Colocar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables.</p> |

| | | | | |
|---|--------------------|---|--|---|
| <p>Desvío hacia el túnel transandino, km 11 al km 20 / Carretera Huancabamba-Huarmaca (Sondorillo) (2B-167)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas), que altera a suelos arcilloso; conforma montañas con laderas de pendientes fuerte a muy fuerte. Laderas desprovistas de vegetación. Derrumbes en talud superior de carretera, los trabajos de ampliación de vía que accede al túnel transandino desestabilizaron el talud. Taludes de corte subverticales a verticales, de hasta 10 m de alto.</p> | <p>Son afectados aproximadamente 9 km de carretera por tramos.</p> | <p>Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas.</p> |
| <p>Comunidad de Uchupata / Carretera Huancabamba-Huarmaca (Sondorillo) (2B-168)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato volcano-sedimentario conformado por andesitas y niveles de rocas sedimentaria de tipo areniscas calcáreas, calizas, yeso y arcillas (Volcánico Llama); que conforma montañas con laderas de pendiente moderada (5°-15°), con cobertura escasa de matorrales dispersos. Derrumbes desde el talud superior de carretera detonados por fuertes lluvias; ladera desestabilizada por trabajos de ampliación y asfaltado de la vía. Rocas del talud superior de presenta fracturado e inestable.</p> | <p>Afecta aproximadamente 8 km de la carretera.</p> | |
| <p>Cerro Loma Larga, km 1770+800 al 1772 / Carretera Huancabamba-Huarmaca</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato volcano-sedimentario conformado por andesitas y niveles de rocas sedimentaria de tipo areniscas calcáreas, calizas, yeso y arcillas (Volcánico Llama), y filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas); conforma montañas con laderas de más de 30°, con cobertura vegetal escasa.</p> | <p>Afecta 2,2 km de carretera.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera.</p> |

| | | | | |
|--|--|--|----------------------------------|---|
| <p>(San Miguel de El Faique) (2B-169)</p> | | <p>Derrumbes en ambos taludes de carretera, carcavamientos intenso, produce pérdida de suelo, acarean flujos que cortan la vía en varios puntos. Taludes desestabilizados por trabajos de ampliación y asfaltado de la carretera.</p> | | <p>Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas. Colocar diques transversales en las cárcavas.</p> |
| <p>km 1765 al km 1768 / carretera Huancabamba-Huarmaca (Sondorillo) (2B-170)</p> | | <p>Substrato volcano-sedimentario conformado por andesitas y niveles de rocas sedimentaria de tipo areniscas calcáreas, calizas, yeso y arcillas (Volcánico Llama); conforma montañas con pendientes en sus laderas en algunos sectores de hasta 30°. Carretera trazada e laderas afectadas por Carcavamientos intensos que alcanza a cortar la plataforma de carretera; por alunas de estas cárcavas discurren flujos de detritos que erosionan la base del talud inferior de carretera. Talud superior de carretera quedo inestable con los trabajos de ampliación y asfaltado de la vía, se produce la caída de clastos, suelos y bloques. Derrumbes hacia la cara libre de quebradas y cárcavas, así como la generación de flujos produjo la pérdida de plataforma de carretera por lo que fue necesario colocar un puente tipo Bailey en el sector de Puente Ovejera.</p> | <p>Afectó 3 km de carretera.</p> | <p>Limpeza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas. Colocar diques transversales en las cárcavas.</p> |

| | | | | |
|--|--------------------|---|--|---|
| <p>km 1761+300 al km 1755 / Carretera Huancabamba- Huarmaca () (2B-171)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas); cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Río Seco); y tobas andesíticas a riolíticas e ignimbritas del Volcánico Porculla; configura montañas cuyas laderas alcanzan los 45° de inclinación. Cobertura vegetal de boques. Ladera inestable por cortes realizados para ampliación y asfaltado de la vía, caída de material hacia la carretera. Deslizamiento rotacional en el cerro San Antonio produce el asentamiento de la plataforma de carretera.</p> | <p>Afecta 6,3 km de carretera.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas. Colocar diques transversales en las cárcavas. Monitoreo constante del deslizamiento.</p> |
| <p>km 1750 de la carretera Huancabamba- Huarmaca (Huarmaca) (2B-172)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de filitas arcillosas y cuarcitas (Formación Salas); y tobas andesíticas a riolíticas e ignimbritas del Volcánico Porculla; configura montañas cuyas laderas alcanzan los 45° de inclinación. Cobertura vegetal de boques. Derrumbes en talud superior de carretera, la ladera se desestabilizó por los trabajos de ampliación de la vía. Talud de corte superior de ángulo subvertical, fracturado.</p> | <p>Afecta 200 m de carretera.</p> | <p>Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas.</p> |

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|--|---|
| | km 1739 al km 1744+500 / Carretera Huancabamba-Huarmaca (Huarmaca) (2B-173) | Huancabamba | Substrato conformado por tobas andesíticas y riolíticas del volcánico Porculla; configura montañas con laderas de muy fuerte pendiente (25°-45°), con cobertura de bosques. Carcavamientos intensos que cortan la ladera oeste del cerro Hualtaco, también se tienen dos quebradas tributarias de la quebrada Paratón por las que discurren flujos de detritos. | Afecta 5,5 km de carretera, también tubería de agua. | Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Remoción de bloques sueltos colgados e inestables. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas. Colocar diques transversales en las quebradas y cárcavas. |
| | km 1737 al km 1737+100 / Carretera Huancabamba-Huarmaca (Huarmaca) (2B-174) | Huancabamba | Substrato conformado por tobas andesíticas y riolíticas del volcánico Porculla; configura montañas con laderas de muy fuerte pendiente (25°-45°), con cobertura de bosques. Deslizamiento rotacional arrancado en la plataforma de carretera, presencia de grieta con abertura de 0,10 m en la alcantarilla, asentamiento de la plataforma de carretera de hasta 0,10 m. | Afecta 100 m de carretera. | Limpieza y mantenimiento de cunetas de la carretera. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Señalizar como zona de peligro por deslizamiento. |
| | Tolingas / Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca) (2B-175) | Huancabamba | Substrato conformado por tobas andesíticas y riolíticas del volcánico Porculla; configura montañas con laderas de muy fuerte pendiente (25°-45°), con cobertura de bosques; substrato alterado a suelo arcilloso, presencia de agua subterránea. Deslizamiento rotacional en el talud superior de carretera; el material caído obstruye el paso por la carretera y la cuneta. | Afecta 130 m de carretera. | Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. |

| | | | | | |
|--|---|-------------|---|--|--|
| | | | | | Señalar como zona de peligro por deslizamiento. |
| | km 50+522 al km 48+267 de la Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca) (2B-176) | Huancabamba | Substrato conformado por tobas andesíticas y riolíticas del volcánico Porculla; configura montañas con laderas de muy fuerte pendiente (25°-45°), con cobertura de bosques; substrato alterado a suelo arcilloso, presencia de agua subterránea. Tramo de carretera donde fuertes lluvias produjeron derrumbes del talud superior de carretera en varios sectores que obstruyen en paso por la vía. | Afecta 2,2 km de carretera por tramos. | <p>Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Señalar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas.</p> |
| | km 47+365 al km 43+083 Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca) (2B-177) | Huancabamba | Substrato volcano-sedimentario conformado por andesitas y niveles de rocas sedimentaria de tipo areniscas calcáreas, calizas, yeso y arcillas (Volcánico Llama); conforma montañas con pendientes en sus laderas en algunos sectores de hasta 30°. Derrumbes en talud superior de carretera detonado por fuertes lluvias, material caído obstruyó el tránsito hacia Canchaque. | Afectó 4,282 km de carretera por tramos. | |
| | km 42+600 de la carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca) (2B-178) | Huancabamba | Substrato volcano-sedimentario conformado por andesitas y niveles de rocas sedimentaria de tipo areniscas calcáreas, calizas, yeso y arcillas (Volcánico Llama), que forman suelos arcillo-limosos; conforma montañas con pendientes en sus laderas en algunos sectores de hasta 30°. | Afecta 400 m de carretera. | <p>Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera.</p> |

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|--|---|
| | | | Derrumbes desde el talud superior de carretera detonados por fuertes lluvias, bloques caídos de hasta 3 m de longitud. También se producen flujos de detritos que cortan la plataforma de carretera. | | Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas. |
| | km 30 al km 42+530 / Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca) (2B-179) | Huancabamba | Substrato volcano-sedimentario conformado por andesitas y niveles de rocas sedimentaria de tipo areniscas calcáreas, calizas, yeso y arcillas (Volcánico Llama); cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Salas). Configura montañas con pendientes en sus laderas en algunos sectores de hasta 30°. Taludes superiores de corte de carretera inestables, fuertes lluvias detonaron derrumbes en varios sectores del tramo evaluado. | Afectó 12,53 km de carretera, pero por sectores. | Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas. |
| | km 29+470 al km 27+573 / Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca) (2B-180) | Huancabamba | Substrato volcano-sedimentario conformado por andesitas y niveles de rocas sedimentaria de tipo areniscas calcáreas, calizas, yeso y arcillas (Volcánico Llama); cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Salas). Configura montañas con pendientes en sus laderas en algunos sectores de hasta 30°. Derrumbes y deslizamientos arrancados en el talud superior de carretera de 60° de inclinación y 20 m de alto; caída de bloques, clastos y suelos arcilloso. Quebradas que cruzan la carretera la erosionan y producen la pérdida de plataforma y alcantarillas. | Afecta 1,897 km de la carretera por tramos. | Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas. |

| | | | | |
|--|--------------------|--|---|--|
| <p>km 26+918 al km 26+100 Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca) (2B-181)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato conformado por cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Salas), que alteran a suelos arcillosos, configuran montañas con laderas que pueden alcanzar los 45°; cobertura vegetal de árboles y matorrales. Derrumbes en talud superior de carretera, produce la caída de suelos y bloques de roca que obstruye la vía.</p> | <p>Afectó 818 m de carretera.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas.</p> |
| <p>km 25+960 al km 26+060 Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca) (2B-182)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato conformado por cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Salas), que alteran a suelos arcillosos, actualmente saturados, configuran montañas con laderas que pueden alcanzar los 45°; cobertura vegetal de árboles y matorrales. Deslizamiento activo produjo la pérdida total de la plataforma de carretera en el sector Piedra Blanca.</p> | <p>Afectó 100 m de carretera.</p> | <p>Monitoreo constante del deslizamiento. Reparación y mantenimiento de cunetas. Relleno y rehabilitación de la carretera. Colocar cunetas de coronación y canales de drenaje en la ladera y el talud superior de carretera. Colocar alcantarillas en la carretera.</p> |
| <p>km 24+084 al km 25+850 Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (Huarmaca)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato conformado por cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Salas), que alteran a suelos arcillosos, actualmente saturados, configuran montañas con laderas que pueden alcanzar los 45°; cobertura vegetal de árboles y matorrales.</p> | <p>Afectó 1,766 km de carretera por sectores.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera.</p> |

| | | | | | |
|--|--|-------------|---|--|---|
| | (2B-183) | | Taludes de corte de carretera afectados por derrumbes detonados por fuertes precipitaciones pluviales; material caído obstruyó la vía. | | Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas. |
| | km 22+229 al km 23+671 Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (San Miguel de El Faique) (2B-184) | Huancabamba | Substrato conformado por cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Salas), que alteran a suelos arcillosos, actualmente saturados, configuran montañas con laderas que pueden alcanzar los 45°; cobertura vegetal de árboles y matorrales. Deslizamiento rotacional que produce asentamientos de plataforma de carretera, cortó el tránsito. También derrumbes en talud superior activados por fuertes lluvias. | Afectó 1,442 km de carretera por sectores. | Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas. |
| | km 22+056 al km 17+634 Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (San Miguel de El Faique) (2B-185) | Huancabamba | Substrato conformado por cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Salas), que alteran a suelos arcillosos, actualmente saturados, configuran montañas con laderas que pueden alcanzar los 45°; cobertura vegetal de árboles y matorrales. Derrumbes arrancados en talud superior de carretera, detonados por fuertes lluvias relacionadas al Niño Costero; en la zona se habían realizado trabajos de estabilización de taludes con la construcción de terrazas, estas fueron totalmente destruidas con los derrumbes. | Afectó 4,42 km de carretera por sectores. | |

| | | | | |
|--|--------------------|---|---|--|
| <p>Sector Chamelico - km 17+250 al km 16+482 Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (San Miguel de El Faique) (2B-186)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato conformado por cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Salas), que alteran a suelos arcillosos, actualmente saturados, configuran montañas con laderas que pueden alcanzar los 45°; cobertura vegetal de árboles y matorrales. Deslizamientos y derrumbes en el talud superior de carretera, ocurrido el 28 de febrero del 2017. Material caído obstruyó la vía, viviendas agrietadas por el asentamiento de la ladera.</p> | <p>Afectó 2,041 km de carretera por sectores.</p> | <p>Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. Señalizar como zona de peligro por derrumbes y caída de rocas.</p> |
| <p>km 13+047 al km 14+458 Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique (San Miguel de El Faique) (2B-187)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato conformado por cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Salas), que alteran a suelos arcillosos, actualmente saturados, configuran montañas con laderas que puede pasar los 30°; cobertura vegetal de árboles y matorrales. Derrumbes en talud superior de carretera que obstruyó la vía, también afectó viviendas.</p> | <p>Afectó 1,411 km de carretera por sectores. Afectó viviendas.</p> | <p>Reubicación de viviendas construidas al borde del talud superior de carretera inestable.</p> |
| <p>km 9+098 al km 3+992 Carretera Huarmaca-S. M. de El Faique (San Miguel de El Faique) (2B-188)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato conformado por cuarcitas, filitas y pizarras (Formación Salas), que alteran a suelos arcillosos, actualmente saturados, configuran montañas con laderas que puede pasar los 30°; cobertura vegetal de árboles y matorrales. Derrumbes desde taludes de carretera obstruyeron la vía.</p> | <p>Afectó 5,1 km de carretera por sectores.</p> | |

| | | | | |
|--|-------------|---|----------------------------|--|
| Sector Guayaquil / carretera Morropón-Paltashaco-Chalaco (Morropón) (2B-189) | Morropón | Substrato Metamórfico del Complejo Olmos (esquistos y pizarras), que configura un relieve de colinas con laderas de hasta 25° de inclinación, con cobertura de árboles. Derrumbes desde talud superior de carretera, obstruye la vía y su cuneta. | Afecta 380 m de carretera. | Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. Realizar terraceo en el talud superior de carretera. |
| Abra Porcuya / Carretera Chiclayo-Olmos-Jaén (Huarmaca) (2B-190) | Huancabamba | Substrato volcano-sedimentario del Volcánico Oyotún (andesitas con intercalaciones de caliza y filitas), con laderas de pendientes de más de 30°. Zona de deslizamiento a lo largo de la carretera, aproximadamente 300 m, erosión en surcos, los que depositan material cuaternario en los flancos de la carretera afectando parcialmente las cunetas. | Afecta 300 m de carretera. | |
| Abra Porcuya / Carretera Chiclayo-Olmos-Jaén (Huarmaca) (2B-191) | Huancabamba | Substrato conformado por esquistos del Complejo Olmos, que configura montañas con pendientes de más de 30°. Zona de deslizamiento y erosión en cárcavas, la carretera afectada anteriormente. | Afecta carretera. | Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. Perfilado del talud de corte de carretera. |
| Abra Porcuya / Carretera Chiclayo-Olmos-Jaén (Huarmaca) (2B-192) | Huancabamba | Substrato conformado por esquistos del Complejo Olmos, que configura montañas con pendientes de más de 30°. Material deslizado afectó la carretera en varios tramos y provocó la destrucción parcial de las cunetas. | Afecta carretera. | Realizar terraceo en el talud superior de carretera. |

| | | | | | |
|--|--|-------------|---|--|---|
| | Abra Porcuya / Carretera Chiclayo- Olmos-Jaén (Huarmaca) (2B-193) | Huancabamba | Substrato conformado por esquistos del Complejo Olmos, que configura montañas con pendientes de más de 30°. Caída de material detrítico detonado por fuertes lluvias, provocó la destrucción de alcantarillas, falla de estructuras de soporte, lo que conllevó al socavamiento de la parte inferior del talud y causó la caída parcial de la carretera. | Afectó 12 m de la carretera Fernando Belaunde Terry. | Limpieza y mantenimiento de la carretera y sus cunetas. |
| | Carretera Chiclayo- Olmos-Jaén / Abra Porcuya (Huarmaca) (2B-194) | Huancabamba | Substrato conformado por esquistos del Complejo Olmos, que configura montañas con pendientes de más de 30°. Deslizamiento que compromete material areno-limoso, con bloques de roca; el material caído cubrió y destruyó parte de las cunetas. | Afectó 80 m de carretera. | Dar mantenimiento y limpiar alcantarillas en la vía. |

Cuadro 5.6: Obras de infraestructura afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

| TIPO DE PELIGRO | SECTOR-TIPO DE OBRA DE INFRAESTRUCTURA (Distrito) (CODIGO) | PROVINCIA | COMENTARIO GEODINÁMICO | VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS | RECOMENDACIONES |
|-----------------|---|-----------|---|---|--|
| EROSIÓN FLUVIAL | Pan de Azúcar-Muro de encauzamiento (Curamori-Cucungará) (2B-195) | Piura | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura.</p> <p>Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión y posterior rotura del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda que causó inundaciones, destrucción de vías y líneas de transmisión eléctrica.</p> | <p>Destruyó 108 m de muro de encauzamiento del río Piura de la margen izquierda.</p> <p>Destruyó 108 m de vía.</p> <p>Destruyó postes de transmisión eléctrica.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento.</p> <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| | Los Mores-Muro de encauzamiento (Curamori-Cucungará) (2B-196) | Piura | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y</p> | <p>Destruyó 140 m de muro de encauzamiento del río Piura de la margen izquierda.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento.</p> <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de</p> |

| | | | | | |
|--|---|--------------|--|--|--|
| | | | <p>vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura.</p> <p>Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión y posterior rotura del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda que causó inundaciones, destrucción de terrenos de cultivo.</p> | | <p>encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| | <p>Algarrobal- Muro de encauzamiento (Curamori- Cucungará) (2B-197)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura.</p> <p>Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda.</p> | <p>Afectó 150 m de muro de encauzamiento de la margen izquierda.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento.</p> <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| | <p>Simbilá- Muro de encauzamiento (Catacaos) (2B-198)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> | <p>350 m de muro de encauzamiento afectado en la margen izquierda del río Piura.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento.</p> |

| | | | | | |
|--|--|--------------|--|---|---|
| | | | <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura.</p> <p>Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda, al cual le redujeron el ancho de su sección transversal; se tuvieron que hacer trabajos de reforzamiento con rocas y sacos térreos para evitar la destrucción del muro. como consecuencia de la erosión, en este punto el muro tiene una forma semicircular y no recta como es el trazo original.</p> | | <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> <p>Considerar la alternativa de reubicar las viviendas que se encuentran construidas muy cerca del muro de encauzamiento de la margen izquierda del río Piura.</p> |
| | <p>Puente Grau (Catacaos) (2B-199)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); (estrechamiento del cauce con el puente), es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura.</p> | <p>Erosión de estribos del Puente Grau.</p> <p>Reducción de la sección transversal del muro de encauzamiento.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento.</p> <p>Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento.</p> <p>Colocar defensas ribereñas en los estribos del puente con enrocados o gaviones.</p> <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas</p> |

| | | | | | |
|--|--|--------------|---|--|---|
| | | | <p>Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda, así como también erosión de terrazas en ambas márgenes del río Piura, aguas arriba del Puente.</p> | | <p>afectadas por erosión fluvial. Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| | <p>Pueblo Nuevo- Muro de encauzamiento (Catacaos) (2B-200)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); (estrechamiento del cauce con el puente), es utilizado como terreno de cultivo. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura. Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda. En este punto se tiene espigones de roca y se colocaron sacos térreos por encima del dique para levantar la altura del dique y evitar los desbordes.</p> | <p>Afectó aproximadamente 550 m de muro de encauzamiento en la margen izquierda.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento. Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial. Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |

| | | | | | |
|--|---|--------------|---|---|---|
| | <p>El Rancho Muro de encauzamiento (Catacaos) (2B-201)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura. Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión y posterior rotura del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda que causó inundaciones de cultivos y viviendas; destrucción de vías.</p> | <p>Se destruyó 61 m de muro de encauzamiento. Inundación de ciudad de Catacaos, Simbilá, entre otros poblados. Afecto terreno de cultivo.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento. Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial. Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura. Considerar la alternativa de reubicar las viviendas que se encuentran construidas muy cerca del muro de encauzamiento de la margen izquierda del río Piura.</p> |
| | <p>Rinconada- Muro de encauzamiento (Catacaos) (2B-202)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por</p> | <p>370 m de muro erosionado.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento. Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas</p> |

| | | | | | |
|--|---|--------------|--|--|---|
| | | | <p>muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura.</p> <p>Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda.</p> | | <p>afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| | <p>Rinconada- Muro de encauzamiento (Catacaos) (2B-203)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura.</p> <p>Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda.</p> | <p>Afectó 371 m de muro d encauzamiento de la margen izquierda.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento.</p> <p>Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento.</p> <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| | <p>Pedregal- Muro de encauzamiento (Catacaos) (2B-204)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del</p> | <p>Destruyó 90 m de muro de encauzamiento.</p> <p>Fueron afectadas viviendas, calles y cultivos de las</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento.</p> <p>Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento.</p> |

| | | | | | |
|--|--|--------------|--|---|---|
| | | | <p>río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura.</p> <p>Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda, posterior ruptura que causó desbordes de grandes caudales de agua que afectaron varias localidades.</p> | <p>localidades de Pedregal, Pedregal Chico, Pedregal Grande, Cura Mori y Narihuala.</p> <p>Dejó cuantiosas pérdidas económicas.</p> <p>Destruyó 90 m de la carretera Piura-Sechura.</p> <p>Afectó línea de transmisión eléctrica.</p> | <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| | <p>Pedregal- Muro de encauzamiento (Catacaos) (2B-205)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura.</p> <p>Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión del muro de encauzamiento (dique) de la margen izquierda, posterior ruptura que causó desbordes de grandes caudales de agua que afectaron varias localidades.</p> | <p>Inundaciones afectaron viviendas, calles y cultivos de las localidades de Chato Chico, Chato Grande y Buenos Aires.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento.</p> <p>Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento.</p> <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |

| | | | | |
|---|--------------|---|---|---|
| <p>Fundo Independencia- Muro de encauzamiento (La Arena) (2B-206)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura. Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión del muro de encauzamiento (dique) de la margen derecha. Se colocaron sacos térreos sobre el muro de encauzamiento para aumentar su altura y prevenir reboses. En este punto se tienen espigones de roca para controlar la erosión fluvial.</p> | <p>120 m de muro afectado en la margen derecha del río del río Piura.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento. Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial. Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| <p>Casarana- Muro de encauzamiento (La Arena) (2B-207)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura.</p> | <p>142 m de muro de encauzamiento erosionado.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento. Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> |

| | | | | | |
|--|---|-------|--|--|---|
| | | | Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, originaron la erosión del muro de encauzamiento (dique) de la margen derecha. Se colocaron sacos térreos sobre el muro de encauzamiento para aumentar su altura y prevenir reboses. | | Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura. |
| | Muro de encauzamiento (La Arena) (2B-208) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo. Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales y cauces o brazos antiguos del río Piura. Caudales excepcionales acarreados por el río Piura el día 27 de marzo del presente, dejaron a este punto de la margen derecha del muro de encauzamiento muy vulnerable a nuevos procesos de erosión fluvial. Se colocaron sacos térreos encima del muro para controlar desbordes. | Afectó 63 m de muro de encauzamiento. | Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento. Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial. Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura. |
| | Muro de encauzamiento (La Arena) (2B-209) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo. | 550 m de muro afectado en la margen derecha del río del río Piura. | Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento. Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento. |

| | | | | | |
|--|---|----------------|--|---|--|
| | | | <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales a diferentes niveles.</p> <p>Muro de encauzamiento de la margen derecha del río Piura afectado por erosión fluvial, se colocaron sacos térreos en la cara interna del muro y encima para levantar su altura y controlar desbordes.</p> | | <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| | <p>Cordillera-Guadalupe Muro de encauzamiento (Bernal) (2B-210)</p> | <p>Sechura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales a diferentes niveles.</p> <p>Zona inundable muy susceptible a ser erosionada con nuevos caudales excepcionales, se colocaron sacos térreos para controlar desbordes.</p> | <p>192 m de muro afectado en la margen derecha del río Piura.</p> | |
| | <p>Vega del Chilco- Muro de encauzamiento (Bernal) (2B-211)</p> | <p>Sechura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> | <p>193 m de muro afectado en la margen derecha del río Piura.</p> | <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> |

| | | | | | |
|--|---|--------------|--|--|---|
| | | | <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura, río encausado por muros de tierra terrazas aluviales.</p> <p>Erosión fluvial en la margen derecha del río Piura, afecto muro de encauzamiento.</p> | | <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| | <p>Puente Independencia (Catacaos) (2B-212)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Cauce estrechado por la construcción de puente.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales a diferentes niveles.</p> <p>Estribo izquierdo del puente afectado por erosión fluvial, ha causado el asentamiento de gaviones y la pérdida de parte de la rampa de acceso al puente. Colmatación con material fino (arena y limo), el estribo y columnas de la margen derecha del río.</p> | <p>Afecta estribos del puente Independencia.</p> | <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> <p>Reforzar las defensas rivereñas con enrocados o gaviones de ambos estribos.</p> <p>Considerar la ampliación de la luz del puente.</p> |
| | <p>Mocara-Muro de encauzamiento (Catacaos) (2B-213)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del</p> | <p>Afectó 260 m de muro de encauzamiento.</p> | <p>Reparación y reforzamiento del muro de encauzamiento.</p> <p>Contemplar la posibilidad de levantar la altura del muro de encauzamiento.</p> |

| | | | | | |
|--|---|--------------|---|---|---|
| | | | <p>río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales a diferentes niveles.</p> <p>Zona afectada por erosión fluvial que no llegó a colapsar, se colocó hasta tres filas de sacos térreos para evitar desbordes.</p> | | <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> |
| | <p>Muro de encauzamiento (Catacaos) (2B-214)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales a diferentes niveles.</p> <p>Zona erosionada con los caudales extraordinarios discurridos por el río Piura el 27 de marzo del presente.</p> | <p>466 m de muro afectado en la margen derecha del río Piura.</p> | <p>Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura.</p> |
| | <p>Paredones- Muro de encauzamiento (Catacaos) (2B-215)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas); es utilizado como terreno de cultivo.</p> <p>Terrenos de baja pendiente, casi nula, en una unidad geomorfológica de cauce del río Piura colmatado con material fino y vegetación crecida, río encausado por muros de tierra; terrazas aluviales a diferentes niveles.</p> | <p>Afectó 100 m de muro de encauzamiento.</p> | <p>Colocar enrocados en ambas caras del muro de encauzamiento en las zonas afectadas por erosión fluvial.</p> <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura.</p> |

| | | | | | |
|--|---|-------|---|---|--|
| | | | Erosión fluvial en este punto afecto muro de encauzamiento sin llegar a romperlo. | | Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura. |
| | San Rafael- Tubería de conducción de agua (Castilla) (2B-216) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas), depósitos eólicos poco consolidados; configura una geomorfología de planicie costera plano ondulada, con cobertura de arena eólica; valle del río Piura con terrazas aluviales a diferentes niveles y su llanura de inundación. Caudales extraordinarios discurridos por el río Piura socavaron su fondo y afectaron tubería de transvase de agua desde la margen derecha hacia fabricas ubicas en la margen izquierda del río. | Destrucción de tubería de agua. | Ubicar la tubería agua a mayor profundidad de la que tenía anteriormente en el cauce del río Piura. |
| | Puente Cáceres- (Piura, Castilla) (2B-217) | Piura | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas), depósitos eólicos poco consolidados; configura una geomorfología de planicie costera plano ondulada, con cobertura de arena eólica; valle del río Piura con terrazas aluviales a diferentes niveles y su llanura de inundación; el cauce del río Piura experimenta un cambio de dirección en este punto. Los grandes caudales excepcionales acarreados por el cauce del río en este | Erosión en la margen derecha del río Piura. | Encauzar ambas márgenes del río Piura con gaviones y enrocados en el tramo comprendido entre la presa Los Ejidos y el Puente Cáceres. Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura. |

| | | | | | |
|--|---|----------|--|---|---|
| | | | punto al parecer tuvieron como obstáculo el puente Cáceres, cuya sección transversal del cauce en este punto fue insuficiente para que discurra el agua, por lo que se produjeron procesos de erosión fluvial en su margen derecha a la altura de la urbanización el Chipe, así como desbordes hacia ambas márgenes del río, que afectaron los distritos de Castilla y Piura. | | Reforzar las defensas riverieñas con enrocados o gaviones de ambos estribos del puente. Considerar la ampliación de la luz del puente. |
| | Puente Ñacara (Chulucanas) (2B-218) | Morropón | Substrato conformado por depósitos aluviales recientes, principalmente material fino (arenas, limos y arcillas), depósitos eólicos poco consolidados; configura una geomorfología de planicie costera plano ondulada, con cobertura de arena eólica; valle amplio del río Piura con terrazas aluviales a diferentes niveles y su llanura de inundación. Colinas de baja altura modeladas en rocas volcano-sedimentarias (Volcánico Lancones). Erosión fluvial en la margen izquierda, colmatación del cauce, afectaron cimientos del antiguo puente, loza del puente torcida, agrietada y asentada. Erosión fluvial aguas abajo del estribo izquierdo. | Afectó puente antiguo de 125 m de longitud. | Encauzar ambas márgenes del río Piura con gaviones y enrocados. Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río Piura. Limpieza y erradicación de vegetación crecida dentro del cauce del río Piura. Reforzar las defensas riverieñas con enrocados o gaviones de ambos estribos del puente. Considerar la ampliación de la luz del puente. |
| | Puente (Santa Catalina de Mossa-Yamango) (2B-219) | Morropón | Substrato conformado por rocas metamórficas de tipo cuarcitas, filitas y Pizarras (Formación Salas) y esquistos (Complejo Olmos); rocas intrusivas de tipo | Daño puente. | Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río. |

| | | | | | |
|--|--|-----------------|---|--|---|
| | | | <p>granito. Configuran montañas con laderas de hasta 30° de pendiente. Valle fluvial del río Chalaco colmatado con bolos de hasta 1 m de diámetro.</p> <p>Fuertes caudales que discurrieron por el cauce del río Chalaco erosionaron fuertemente su margen izquierda, avanzando lateralmente 36 m, por lo que el puente quedo colgado dentro del cauce del río. Ambos estribos del puente fueron seriamente dañados, se presentan inclinados.</p> | | <p>Encauzar ambas márgenes del río con gaviones y enrocados.</p> <p>Construir nuevo puente y protege sus estribos con enrocados o gaviones.</p> |
| | <p>Puente (Yamango) (2B-220)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato conformado por rocas metamórficas de tipo esquistos (Complejo Olmos), que configura una morfología de montañas de pendientes fuerte (15°-25°); valle fluvial del río Piscan con numerosos conos de deyección que confluyen hacia él.</p> <p>Erosión fluvial de ambas márgenes afectó puente tipo Bailey. También afectó bocatoma de agua y terrenos de cultivo.</p> | <p>Afectó puente de 41 m de longitud.</p> | <p>Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río.</p> <p>Encauzar ambas márgenes del río con gaviones y enrocados.</p> <p>Construir nuevo puente y protege sus estribos con enrocados o gaviones.</p> |
| | <p>Puente peatonal Huaró (Buenos Aires) (2B-221)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato conformado por rocas metamórficas de tipo esquistos (Complejo Olmos), que configura una morfología de colinas bajas de pendientes moderadas (15°); valle fluvial ancho del río Piura con terrazas aluviales a diferentes alturas; y piedemontes aluvio-torrenciales.</p> <p>Puente peatonal Huaró afectado por erosión en ambas márgenes del río Piura,</p> | <p>Afectó templadores del puente Huaró.</p> <p>Afectó terrenos de cultivo.</p> | <p>Encauzar ambas márgenes del río con gaviones y enrocados.</p> |

| | | | | | |
|--|---|----------|---|--|---|
| | | | destruyó templador de la margen izquierda de puente colgante. Destruyó antiguo Huaro y terrenos de cultivo. | | |
| | Puente Salitral (Salitral) (2B-222) | Morropón | Substrato conformado por depósitos de gravas, arenas y limos de origen aluvial; configura un valle fluvial amplio estrechado por el puente Salitral, con terrazas amplias, conos de deyección; rodeados por montañas modeladas en rocas metamórficas. Erosión fluvial en ambas márgenes del río Piura; que, al ser estrechado por los estribos del puente, los daños fueron mayores en pilares y estribos, causó asentamiento de la loza del puente en una longitud de 55 m, el puente tiene una longitud total de 104 m aproximado. | Afectó puente. | Limpieza y descolmatación de material fluvial del cauce del río. Encauzar ambas márgenes del río con gaviones y enrocados. Construir nuevo puente y protege sus estribos con enrocados o gaviones. El nuevo puente debe tener una loza con una luz que cubra el ancho total del río Piura, para que no se produzcan estrechamientos en el cauce. |
| | Puente Tambo Grande (Tambo Grande) (2B-223) | Piura | Substrato conformado por rocas sedimentarias (Formación Tambo Grande), volcánicas (Volcánico Ereo), depósitos aluviales, fluviales. Configura una morfología de colinas y lomadas con laderas de pendientes bajas a medias; valle fluvial estrechado por la presencia de afloramientos volcánicos andesíticos. Erosión fluvial del estribo izquierdo del puente Tambo Grande; inundación de terrenos de cultivo ubicados dentro de la llanura de inundación en ambas márgenes. | Puente Tambo Grande, erosión en ambas márgenes del río Piura, afecta los estribos. | Encauzar ambas márgenes del río con gaviones y enrocados. Proteger los estribos del puente con gaviones. |

| | | | | |
|--|--------------------|---|---|--|
| <p>Poblado de Abad Berrú Gonzaga-Canal (Morropón) (2B-224)</p> | <p>Morropón</p> | <p>Substrato conformado por rocas volcano-sedimentarias (areniscas y lodolitas del Grupo San Pedro) y depósitos aluviales (arenas y gravas). Fueres caudales acarreados por el río San Jorge erosionaron su margen izquierda afectando tramo de carretera y socavó la base de canal de regadío de concreto.</p> | <p>136 m de canal de regadío afectado.</p> | <p>Rellenar plataforma de carretera y proteger el talud inferior de carretera con gaviones y enrocados.</p> |
| <p>Quebrada Shumaya Tubería de agua (Sóndor) (2B-225)</p> | <p>Huancabamba</p> | <p>Substrato de rocas volcano-sedimentarias del Volcánico Llama (andesitas, areniscas, calizas y yeso); y metamórficas de la Formación Río Seco (cuarcitas, filitas y pizarras). Erosión fluvial de la base de la ladera en la margen izquierda de la quebrada Shumaya generó un deslizamiento rotacional que destruyó tubería de agua.</p> | <p>93 m de tubería afectada.</p> | <p>Encauzar ambas márgenes de la quebrada con gaviones y enrocados.</p> |
| <p>Pontón Burneo (Tambo Grande) (2B-226)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato de rocas sedimentarias de tipo areniscas, lodolitas y microconglomerados (Formación Tambo Grande); que conforma un relieve de colinas y lomadas con laderas de pendientes bajas. Fueres caudales acarreados por la quebrada erosionaron los estribos del puente.</p> | <p>Afecta puente de 7,6 m de luz.</p> | <p>Proteger estribos del puente con enrocados o gaviones. De colocarse un nuevo puente debe tener una loza con una luz que cubra el ancho total de la quebrada. Limpieza y encauzamiento de la quebrada.</p> |
| <p>Puente Quebrada Socarrón (Tambo Grande) (2B-227)</p> | <p>Piura</p> | <p>Substrato de rocas sedimentarias de tipo areniscas, lodolitas y microconglomerados (Formación Tambo Grande); que conforma un relieve de colinas y lomadas con laderas</p> | <p>Afecta ambos estribos de puente de 25 m.</p> | <p>Proteger estribos con enrocados o gaviones. Limpieza y encauzamiento de la quebrada.</p> |

| | | | | | |
|--|---|-------|--|----------------------------|---|
| | | | de pendientes bajas. Terrazas fluviales de la quebrada Socarrón. Erosión fluvial erosiona ambas márgenes. | | |
| | Puente Intendencia (Piura, Castilla) (2B-228) | Piura | Substrato conformado por capas de arena y gravas aluviales, cubiertas por arena eólica; conforma la planicie costera y valle del río Piura. Fuertes caudales erosionaron terrazas de la margen izquierda del río. | Erosionó estribo izquierdo | Proteger estribos del puente con enrocados o gaviones. Proteger la margen izquierda con enrocados. |

SECTOR 1B: Piura (Provincias de Paita y Talara)

(Por: Luis Cerpa & Juan Martínez)

El sector 1B que comprende las provincias de Paita y Talara, abarca un área de 6 138 km², los trabajos de campo se fueron realizados en zonas llanura o planicie costera, planicie disectada, colinas y lomadas; así se tiene los cuadros 3.8 al 3.10, donde se describen los peligros detonados por las fuertes lluvias del evento El Niño Costero y los daños causados por estos a los diferentes tipos de infraestructura y medios de sustento económico:

Cuadro 3.7: Centros poblados afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

| TIPO DE PELIGRO | SECTOR/POBLADO (Distrito) (CODIGO) | PROVINCIA | COMENTARIO GEODINÁMICO | VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS | RECOMENDACIONES |
|---------------------------|---|------------------|---|---|--|
| INUNDACIÓN FLUVIAL | Máncora (1B-01) | Talara | Las lluvias ocasionaron la reactivación de la quebrada erosionando ambos flancos, afectando las casas aledañas y dañando pilares en puentes. se colocaron sacos de arena a manera de muro de contención para encausar el agua de las lluvias. | Afecto viviendas y pilares de puente. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Órganos (1B-02) | Talara | Reactivación de quebradas, lluvias ocasionaron daños en viviendas aledañas. Se colocaron sacos de arena para encausar las aguas de las lluvias. Se formaron lagunas aisladas aislando casas que fueron construidas sobre material de relleno. | Afecto principalmente viviendas. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |

| | | | | | |
|--|------------------------|---------|---|--|--|
| | El Alto (1B-04) | El Alto | Reactivación de quebradas, lluvias ocasionaron daños en viviendas aledañas. Rotura de badén, se colocaron sacos de arena para encausar las aguas de las lluvias. | Fueron afectadas viviendas. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Cabo Blanco (1B-05) | El Alto | Quebrada reactivada por aumento de lluvias, desprendimiento de rocas, muros de protección dañados, seis Viviendas afectadas fueron deshabitadas, Agua de lluvias sobrepasaron muros de 2 m. Canal de desagüe se tiene 11 m al inicio y se estrecha a 5 m en la desembocadura. Derrumbes por aumento de lluvias. | Fueron afectadas unas seis viviendas; así como muros de protección fueron dañados. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Lobitos (1B-06) | Talara | Quebrada reactivada por aumento de lluvias, flujos de lodo e inundación de varias viviendas, sacos de arena a manera de muro de contención colapsado, colapsó el sistema de drenaje, 45 familias afectadas. Se hizo un muro de contención con el material que trajo la inundación. | Varias viviendas fueron inundadas con agua y lodo. 45 familias resultaron afectadas. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |

| | | | | | |
|--|----------------------|--------|--|--|--|
| | Negritos (1B-07) | Talara | Aumento de lluvias inundaron berma principal, aguas sobrepasaron muros de contención, obstaculizando vías de acceso y caminos. Se formó un humedal artificial. | Acceso de peatones y vehículos restringido por inundaciones de calles. | Colocar drenajes en la zona. |
| | La Bocana (1B-08) | Talara | Aumento de lluvias provocaron desbordes e inundación de terrenos de cultivo. | Terrenos de cultivo de la zona de la Bocana afectados. | Mejorar defensa ribereña que controlen desbordes. |
| | Miramar (1B-09) | Paita | Aumento de lluvias causó inundación afectando viviendas en poblado Miramar y dañando terrenos de cultivo, cancha de fútbol inundada, sistemas de drenaje colapsados. | Afectó viviendas, campo de cultivo y drenajes. | Limpieza y mejoramiento de drenajes. |
| | Vichayal (1B-10) | Paita | Aguas estancadas, no hay desfogue, inundación de casas, colegio inicial 14771 y terrenos de cultivo. | Fueron afectadas viviendas, centro educativo y terrenos de cultivo. | Colocar drenajes en la zona. |
| | Amotapes (1B-11) | Paita | Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas inundando tramo de la carretera y socavando bases de estructura de tubería de agua. | Afecto tuberías de agua y carretera. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |

| | | | | | |
|--|-------------------------|---------|--|---|--|
| | Tamarindo (1B-12) | Paita | Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas inundando principales calles de Tamarindo y viviendas aledañas. | Viviendas y calles de la localidad de Tamarindo fueron afectadas. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Buenaventura (1B-13) | Sullana | Inundación, flujo, canales rebalsados, se colocaron sacos de arena para evitar erosión de bordes de carretera. | Resultaron afectadas pistas de la localidad. | Realizar trabajos de limpieza de canales. |
| | Colán (1B-16) | Paita | Lluvias de gran intensidad provocaron inundación de calles y viviendas. | Lluvias causaron daños en kartodromo y viviendas aledañas. | Colocar drenajes en la zona. |
| | Paita (1B-17) | Paita | Reactivación de quebrada por aumento de lluvias provocaron deslizamientos y flujos que inundaron calles, colapso del sistema de drenaje, erosión de laderas en cerros poniendo en riesgo casas cercanas al borde, Se colocaron sacos de arena en borde de la carretera a manera de muro de contención. | Colapso de sistema de drenaje, fueron afectadas calles y viviendas con lodo y agua. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Yacila (1B-18) | Paita | Hotel colapsado por infiltración de agua proveniente de laguna formada por aumento de agua lluvias. En 2012 se construyeron casas cambiando | Fue afectado un hotel. | Realizar trabajos de encauzamiento y definición de un cauce para la quebrada. |

| | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|--------|---|---|--|
| | | | el curso natural de la desembocadura de la quebrada. | | |
| | La Islilla (1B-19) | Paita | Inundación por aumento de caudal en quebradas reactivadas, vías de acceso obstruidas y cimientos de casas dañados. | Viviendas y calles afectadas. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS) | Lobitos (1B-20) | Talara | Reactivación de quebrada Provocó flujos de lodo e inundación afectando pistas y veredas, casas y muros de contención del centro del adulto mayor. | Fueron afectadas viviendas, calles y un cetro del adulto mayor. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Viviate (1B-21) | Paita | Flujos de lodo e inundación provocó rebalse de canales hecho con sacos de arena afectando e inundando acceso a caserío de Viviate. | Fueron afectadas viviendas. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |

| | | | | | |
|-----------------|-------------------------|---------|---|---|--|
| | Buenaventura (1B-22) | Sullana | Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas, flujos de lodo, derrumbes e inundación en la parte baja. | Flujos de lodo y agua afectaron calles de la localidad. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Paita (1B-24) | Paita | Flujo de detritos provocó colapso del sistema de drenaje y alcantarillado. Cancha de fútbol inundada. | Resultaron afectadas sistema de alcantarillado de la localidad. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. Colocar drenajes. |
| EROSIÓN FLUVIAL | Talara (1B-26) | Talara | Muros de contención y obras de reforzamiento colapsados, construidos sobre relleno sanitario. Árboles y pozos de almacenamiento de agua colapsados por deslizamiento del suelo. | Afecto pozos de almacenamiento de agua. | Rehabilitar y mejorar obras de contención. |
| | Macacara (1B-30) | Paita | Aumento del caudal del río Chira provocó erosión en bordes e inundación. | Causo inundación de terrenos aledaños al cauce del río Chira. | Colocar defensas ribereñas. |

| | | | | | |
|---|-------------------|-------|--|-------------------------------------|--|
| DESGLIZAMIENTOS (CAIDAS DE ROCAS U OTROS) | Paita (1B-32) | Paita | Derrumbes y caída de roca debido a reactivación de quebrada, colapso de sistema de drenaje y alcantarillado con el material fino acarreado por los flujos. | Sistema de alcantarillado afectado. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Yacila (1B-33) | Paita | Derrumbes y caída de roca debido a reactivación de quebrada. | Material afecto a localidad. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. |

Cuadro 3.8: Tramos carreteros afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

| TIPO DE PELIGRO | TRAMO DE CARRETERA (Distrito) (CODIGO) | CARRETERA | COMENTARIO GEODINÁMICO | VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS | RECOMENDACIONES |
|---------------------------|---|--------------------------|---|--|--|
| INUNDACIÓN FLUVIAL | El Ñuro (1B-03) | Talara | Lluvias afectaron lado derecho de carretera de acceso, bordes colapsados. | Afectó plataforma de carretera de acceso al poblado. | Rehabilitar tramo de carretera afectado. |
| | Samán (1B-15) | Sullana | Aumento de agua de lluvias provocaron reactivación de quebradas dañando carretera. | Afectó tramo de carretera. | Realizar trabajos de encauzamiento y limpieza de quebradas. |
| | Desvío a Fundo La Caprichosa (1B-34) | PE-1N Panamericana Norte | Precipitaciones pluviales de gran magnitud causaron aniegos. | Vía de acceso inhabilitada en 150 m. | Rehabilitar tramo de carretera afectado. |
| | Desvío a Playa Tortugas (1B-35) | PI - 100 | Precipitaciones pluviales de gran magnitud causaron aniegos de zonas cóncavas sin drenaje. | Se formaron lagunas aisladas en ambos lados de la carretera. Se afectó 700 m de carretera. | Rehabilitar tramo de carretera afectado. Evacuación de agua acumulada. |
| | Desvío a Talara (1B-36) | PI - 100 | Quebrada reactivada por aumento de caudal del río debido a lluvias intensas, daños en pilares del puente. | Daños en pilares de puente vehicular. Afectó 1,5 km de carretera. | Rehabilitar tramo de carretera afectado. |
| | Vía Talara – Amotapes (1B-37) | PI - 101 | Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas inundando tramo de la carretera y socavando bases de estructura de tubería de agua. | Afectó tuberías de agua potable y tramo de carretera de 4.4 km. | Rehabilitar infraestructura afectada. |
| | Vía Amotapes – Tamarindo | PI - 101 | Desborde de margen derecho del río Chira por incremento de caudales | Afectó terrenos de cultivo y bermas. También 3,8 km de carretera. | Realizar trabajos de encauzamiento de quebradas. |

| | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|----------|---|--|--|
| | (1B-38) | | excepcionales, afectó terrenos de cultivo y bermas. | | |
| | Vía Amotapes – Talara (1B-39) | PI - 101 | Aumento de caudal por lluvias sobrepasaron altura del puente inundando carretera, tubos de desfogue obstruidos por ramas y material de relleno, estructuras de reforzamiento superficial. | Inundación de carretera con agua canalizada por encima del puente vehicular. 3.7 km de vía afectada. | Limpieza de carretera. |
| FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS) | La Islilla (1B-23) | Paita | Flujos por reactivación de quebradas obstruyeron vías de acceso. | Tramo de carretera afectada. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. La población debe ser capacitada y preparada en temas de peligros y prevención de desastres. |
| | Carretera hacia Islilla (1B-40) | PI - 103 | Flujos por reactivación de quebradas obstruyeron vías de acceso. | Obstrucción de vías de acceso a la Islilla en 1.5 km de longitud. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. |
| | Carretera a playa Cangrejos (1B-41) | PI - 103 | Arenamiento, flujo obstaculizaron vías de acceso. | Vías de acceso obstruidas en 500 m de longitud. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. |
| | Vía Amotapes - Talara (1B-42) | PI - 101 | Aumento de lluvias provocaron crecida de río inundando y obstaculizando tramos de carretera, se observa restos de estructuras de soporte anteriores. | Afectó 5.6 km de vía. | Rehabilitación de la carretera. |

| | | | | | |
|-----------------|---------------------------------|----------|---|---|--|
| EROSIÓN FLUVIAL | El Ñuro (1B-25) | Talara | Fuertes lluvias provocaron colapso del lado derecho de carretera. | Tramo de carretera afectada. | Rehabilitar y colocar protección en la carretera. |
| | Nomara (1B-27) | Paita | Grandes volúmenes de agua excepcionales afectaron carretera. | Daños en carreteras. | Rehabilitar y colocar protección en la carretera. |
| | Marcavelica (1B-28) | Sullana | Aumento de agua de lluvias erosionaron laderas, provocando pequeños deslizamientos y grietas en bordes de carretera. | Afectó tramo de carretera. | Colocar muros de contención al pie de los taludes de carretera. |
| | Paita (1B-29) | Paita | Reactivación de quebradas provocaron colapso de bordes de carretera, badenes y bermas totalmente destruidas. | Afecto tramos de carretera. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. |
| | Carretera hacia Islilla (1B-43) | PI - 103 | Carretera hacia Islilla erosionada por aumento de agua en quebradas. | Afecto 800 m de carretera. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. Rehabilitación de plataforma de carretera. |
| | Carretera hacia Islilla (1B-44) | PI - 103 | Arenamiento, flujo de lodo obstaculizaron vías de acceso. | Afectó tramo de 500 m de carretera. | Realizar trabajos de limpieza y encauzamiento de torrenteras. Rehabilitación de plataforma de carretera. |
| | Vía Amotapes – Talara (1B-45) | PI - 103 | Aumento de caudal por lluvias sobrepasaron altura del puente inundando carretera, tubos de desfogue obstruidos por ramas y material de relleno, | Afecto tramo de 1.2 km de carretera, cubriéndola con material fino. | Realizar trabajos de limpieza de la carretera. |

| | | | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------|---|--|--|
| | | | estructuras de reforzamiento severamente dañados. | | |
| DESlizamientos (CAIDAS DE ROCAS U OTROS) | Miraflores (1B-31) | Paita | Lluvias provocaron derrumbes y erosión de laderas causando daños a la carretera. | Afectó tramo de carretera. | Limpieza de la plataforma de carretera, remoción de bloques sueltos e inestables. |
| | Acceso a Ignacio Escudero (1B-46) | PE-1N Panamericana Norte | Lluvias excepcionales causaron derrumbe y caída de rocas, obstaculizando tramo de carretera. | Obstruyo tramo de 200 m de carretera. | Limpieza de la plataforma de carretera, remoción de bloques sueltos e inestables del talud superior de carretera. |
| | Vía Amotapes – Tamarindo (1B-47) | PI - 101 | Lluvias excepcionales provocaron derrumbes y caída de rocas hacia vía de acceso a Amotapes y canal de regadío. | Obstruyo tramo de 100 m de carretera. | Limpieza de la plataforma de carretera, remoción de bloques sueltos e inestables del talud superior de carretera. |
| | Desvío a Vichayal (1B-48) | PI - 101 | Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas causando derrumbes y caída de rocas obstaculizando la carretera y dañando áreas de cultivo. | Afecto 100 m de carretera y cultivos. | Limpieza de la plataforma de carretera, remoción de bloques sueltos e inestables del talud superior de carretera. Limpieza y encauzamiento de torrenteras. |
| | Desvío a Yacila (1B-49) | PI - 103 | Fuertes precipitaciones pluviales causaron la caída de rocas desde el talud superior de carretera. | Caída de rocas obstaculizando tramo de 100 m de carretera. | Limpieza de plataforma de carretera. Desquinche de bloques inestables del talud de carretera. |
| | Desvío a Colán (1B-50) | PI - 101 | Balneario de Colán, Derrumbes y caída de rocas, inundación en parte baja. | Afecto accesos en Colán en una longitud de 100 m. | Limpieza de material caído. Colocación de drenes. |

Cuadro 3.9: Obras de infraestructura afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

| TIPO DE PELIGRO | TIPO DE OBRA DE INFRAESTRUCTURA (Distrito) (CODIGO) | PROVINCIA | COMENTARIO GEODINÁMICO | VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS | RECOMENDACIONES |
|--------------------|---|-----------|--|---|---|
| | Ignacio Escudero (1B-14) | Sullana | Aumento de caudal por lluvias provocaron colapso de puente que fue reemplazado por puente Bailey. Se hizo vía alterna provisional. | Resultó afectado un puente. | Construir nuevo puente con la luz suficiente, que abarque la longitud total del ancho de cauce de quebrada. |
| INUNDACIÓN FLUVIAL | Puente (Paíta) (1B-51) | Paíta | Cunetas rebalsadas, erosión de flancos de puentes. | Afectó cunetas de carretera. | Limpieza y mantenimiento de cunetas. |
| | Camino (Máncora) (1B-52) | Talara | Fuertes lluvias excepcionales formaron aniegos en zonas cóncavas sin drenaje. | Inundación, camino obstruido. | Rehabilitación de caminos obstruidos. |
| | Puente (Máncora) (1B-53) | Talara | Fuertes lluvias excepcionales generaron grandes caudales que afectaron puente. | Puente colapsado producto de incremento de lluvias. | Colocar nuevo puente y protección de estribos de puente. |
| | Puente (Máncora) (1B-54) | Talara | Las lluvias ocasionaron la reactivación de la quebrada erosionando ambos flancos, afectando las casas aledañas y dañando pilares en el puente. | Afecto puente y viviendas. | Encauzamiento de torrenteras; protección de estribos de puentes. |
| | Puente (Talara) (1B-55) | Talara | Quebrada reactivada por aumento de caudal del río debido a lluvias, daños en pilares del puente. | Afectó pilares de puente. | Colocar defensas en pilares del puente. |

| | | | | | |
|--|---------------------------------------|--------|--|---|--|
| | Puente (Talara) (1B-56) | Talara | Quebrada reactivada por aumento de caudal del río debido a lluvias, daños en pilares del puente. | Afectó pilares de puente. | Colocar defensas en pilares del puente. |
| | Camino (Lobitos) (1B-57) | Talara | Carretera a Lobitos cerrada por mantenimiento, aumento del caudal de río inundó vías de acceso. | Afecto vías de acceso. | Realizar trabajos de rehabilitación de vías. |
| | Alcantarillado (Talara) (1B-58) | Paita | Fuertes precipitaciones pluviales causaron inundaciones en localidad de Talara, drenaje obstruido con material fino principalmente. | Colapso del sistema de drenaje y alcantarillado. Cancha de fútbol inundada. | Limpieza de sistema de alcantarillado. |
| | Camino (La Islilla) (1B-59) | Paita | Inundación por aumento de caudal en quebradas reactivadas, vías de acceso obstruidas y cimientos de casas dañados. | Afectó viviendas y carretera. | Encauzamiento y limpieza de torrenteras. |
| | Alcantarillado (Paita) (1B-60) | Paita | Tubo de desfogue de 60 cm de diámetro en pendiente elevada se encuentra obstruido. | Afecto sistema de alcantarillado. | Limpieza de sistema de alcantarillado. |
| | Camino (Amotapes) (1B-61) | Paita | Aumento de lluvias provocaron crecida de río inundando y obstaculizando tramos de carretera, se observa restos de estructuras de soporte anteriores. | Afectó tramos de carretera. | Rehabilitación de carretera afectada. |
| | Camino (Tamarindo) (1B-62) | Paita | Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas inundando principales calles, carretera y terrenos de cultivo. | Afectó calles de la localidad. | Rehabilitación de caminos afectados. |

| | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|---------|--|---|--|
| | Camino (Samán Chico) (1B-63) | Sullana | Aumento de agua de lluvias erosionaron bordes de carretera, se colocaron sacos a manera de muro de contención. | Afectó calles de la localidad. | Rehabilitación de caminos afectados. |
| | Puente (Talara) (1B-64) | Talara | Aumento de agua de lluvias provocaron reactivación de quebradas dañando bases del puente Débora y erosionó bordes. | Afectó estribos de puente. | Colocar defensas ribereñas en estribos de puente. |
| FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS) | Carretera (Paita) (1B-65) | Paita | Reactivación de quebrada por aumento de lluvias provocaron deslizamientos y flujos que inundaron calles, colapso del sistema de drenaje, erosión de laderas en cerros poniendo en riesgo casas cercanas al borde, Se colocaron sacos de arena en borde de la carretera que fue erosionada y obstruida. | Afecto viviendas y tramos de carretera. | Limpieza y mejoramiento de sistemas de drenaje. |
| | Carretera (La Islilla) (1B-66) | Paita | Flujos por reactivación de quebradas obstruyeron vías de acceso. | Afecto vías de acceso. | Limpieza y encauzamiento de torrenteras. |
| | Puente (Viviate) (1B-67) | Paita | Erosión fluvial y flujo debido al incremento del caudal, transporte de material sobre puente. | Afecto loza de puente. | Limpieza de material fino acumulado en la loza del puente. |

| | | | | | |
|-----------------|---|--------|--|---|--|
| | Alcantarillado (Barrio Zarumilla, Lobitos) (1B-68) | Talara | Quebrada reactivada por aumento de lluvias, flujos de lodo e inundación de varias viviendas, sacos de arena a manera de muro de contención colapsado, colapsó el sistema de drenaje, 45 familias afectadas. Se hizo un muro de contención con el material que trajo la inundación. | Fueron afectadas 45 viviendas, también el sistema de drenaje. | Limpieza de sistemas de drenaje. |
| | Carretera (Amotapes) (1B-69) | Paita | Crecida de río provocó inundación y flujos afectando tramos de carretera, erosionando bordes y dañando bases de concreto que soporta tuberías. | Afectó puente y soportes de tuberías de agua. | Colocar defensas en soportes de tuberías de agua. |
| EROSIÓN FLUVIAL | Puente (Yacila) (1B-70) | Paita | Aumento del caudal del río erosionando cimientos del puente y agrietando la carretera. | Afectó puente y carretera. | Rehabilitación de carretera y colocar defensas ribereñas en estribos del puente. |
| | Carretera (Paita) (1B-71) | Paita | Reactivación de quebradas provocaron colapso de bordes de carretera, badenes y bermas totalmente destruidas. | Afectó carretera. | Rehabilitación de carretera; encauzamiento y limpieza de torrenteras. |
| | Carretera (Colán) (1B-72) | Paita | Erosión de laderas y caída de rocas obstaculizaron carretera. | Afectó carretera. | Limpieza de la vía, colocar cunetas. |
| | Carretera (Nomara) (1B-73) | Paita | Fuertes precipitaciones pluviales generaron cursos de agua que afectaron la carretera. | Daños en carreteras. | Rehabilitación de carretera. |
| | Carretera (Vichayal) (1B-74) | Paita | Aumento de nivel del agua del río Chira erosionó bordes de carretera y muros de contención. | Afectó carretera. | Mejorar defensas ribereñas. |

| | | | | | |
|---|---------------------------------------|---------|---|---|--|
| | Puente (Miguel Checa) (1B-75) | Sullana | Aumento lluvias provocaron erosión en bordes, dañando cimientos de puente y muros de contención. | Afectó cimientos de puente. | Colocar defensas ribereñas en estribos de puente. |
| | Carretera (Marcavelica) (1B-76) | Sullana | Aumento de agua de lluvias erosionaron laderas, provocando pequeños deslizamientos y grietas en bordes de carretera. | Afectó carretera. | Rehabilitación de carretera, limpieza y mantenimiento de cunetas. |
| | Puente (Ignacio Escudero) (1B-77) | Sullana | Aumento de caudal por lluvias provocaron colapso de puente que fue reemplazado por puente Bailey. Se habilitó una vía alterna. | Destruyó puente vehicular. | Colocar nuevo puente que tenga una luz que cubra todo el ancho de la quebrada. |
| DESIZAMIENTOS (CAIDAS DE ROCAS U OTROS) | Carretera (Yacila) (1B-78) | Paita | Caída de rocas obstaculizando tramo de carretera. | Afectó carretera. | Limpieza de plataforma de carretera. |
| | Carretera (Paita) (1B-79) | Paita | Caída de rocas por vuelco obstaculizando carretera de acceso a Paita. | Afectó carretera. | Limpieza de plataforma de carretera. |
| | Carretera (Vichayal) (1B-80) | Paita | Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas causando derrumbes y caída de rocas obstaculizando la carretera y dañando áreas de cultivo. | Afectó carretera y terrenos de cultivo. | Encauzamiento y limpieza de torrenteras, colocar badén. |
| | Carretera (C.P. Buenaventura) (1B-81) | Sullana | Caída de rocas traspasaron gaviones obstaculizando carretera y provocando grietas. | Afectó carretera. | Rehabilitación de plataforma de carretera. |

6. ESTADISTICA DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS QUE AFECTARON A POBLADOS, CARRETERAS Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

La información referente a los eventos de peligros geológicos y geohidrológicos activados durante este último periodo de lluvias (enero-abril del 2017) en la región Piura, que fue levantada durante los trabajos de campo, se ingresó a la base de datos de peligros de INGEMMET denominada “SISBDGEO”, a su vez esta información sirvió para hacer un análisis estadístico que permite ver entre otras cosas, los tipos de eventos activados, los daños causados, etc.

En lo que respecta al tipo de peligro activado y la zona afectada (cuadro 6.1 y gráfico 2), las estadísticas nos muestran que los centros poblados fueron principalmente afectados por procesos de inundación fluvial y flujos (detritos y lodo), en menor proporción se tienen los procesos de erosión fluvial e inundación. Las carreteras fueron afectadas principalmente por deslizamientos y derrumbes, en segundo lugar, se tienen los flujos, le siguen los procesos de erosión fluvial y en menor proporción las inundaciones. Las obras de infraestructura en general recibieron mayores daños por procesos de erosión fluvial, le siguen las inundaciones fluviales y en menor proporción están los flujos y deslizamientos.

Cuadro 6.1: Estadística de eventos que afectaron poblados, carreteras y obras de infraestructura.

| TIPO DE PELIGRO | Poblados | Carreteras | Obras de infraestructura | Total |
|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------|-------|
| Inundación fluvial | 50 | 13 | 20 | 83 |
| Flujos | 49 | 76 | 8 | 133 |
| Erosión fluvial | 22 | 41 | 53 | 116 |
| Deslizamientos, caídas, otros | 7 | 108 | 5 | 120 |
| Total | 128 | 238 | 86 | 452 |

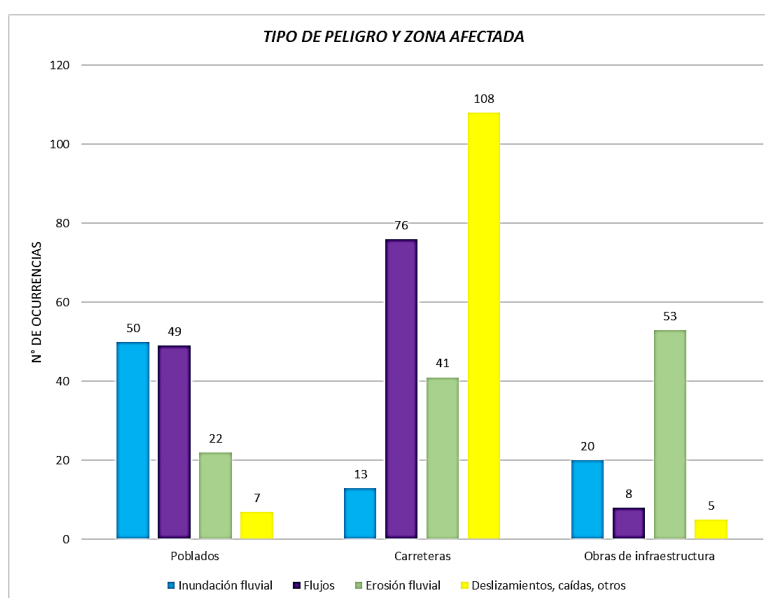


Gráfico 2: Tipo de infraestructura y el tipo de peligro que los afectó.

Realizando un análisis un poco más detallado en cuanto a los tipos de infraestructura que fueron evaluados y los tipos de evento que los afectaron (gráfico 3), se puede decir que la mayor afectación fue causada por procesos de erosión fluvial, que afectaron puentes, muros de encauzamiento, tuberías de agua-desagüe y canales. En segundo lugar, se tienen a las inundaciones fluviales que afectaron puentes, tuberías de desagüe, caminos y represas.

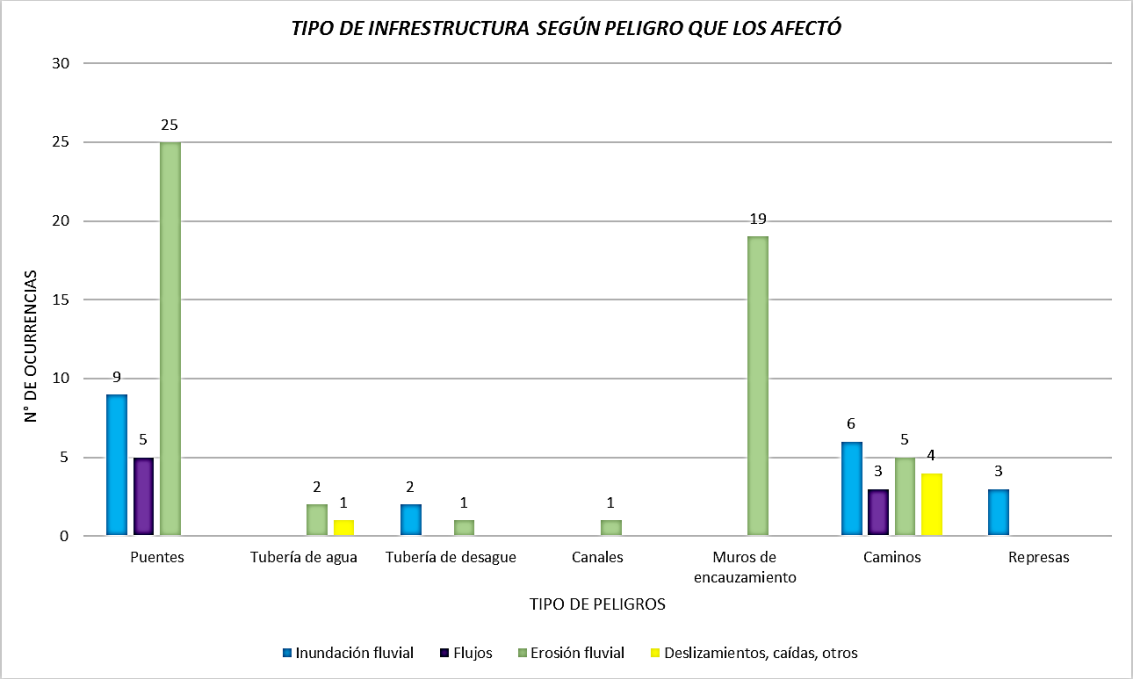


Gráfico 3: Recomendación general para las diferentes obras de infraestructura afectadas por eventos detonados por el Niño Costero.

El estudio permitió dar recomendaciones generales (rehabilitar, reconstruir y reubicar), que las autoridades deben de tener en cuenta antes de realizar trabajos de reconstrucción en las zonas afectas por los diferentes eventos detonados por las fuertes lluvias asociadas al Niño Costero. Así se tiene que para centros poblados afectados por peligros geológicos y geohidrológicos (no se considera inundaciones de tipo pluvial) (gráfico 4), se recomienda principalmente realizar trabajos de rehabilitación (75,78%), seguido de realizar trabajos de reconstrucción (14,06%) y en menor porcentaje se recomendó realizar trabajos de reubicación (10,16%); la reubicación no involucra mover poblados completos, solo se considera la reubicación de viviendas que se encuentra asentadas sobre zonas de alto peligro, como pueden ser cauces de quebradas, llanuras de inundación, terrazas bajas, borde de acantilados y taludes de corte de carretera, etc.

Para el caso de tramos de carretera afectados principalmente se recomienda realizar trabajos de rehabilitación (87,5%), le siguen en menor porcentaje las zonas en donde se debe realizar trabajos de reconstrucción por pérdida total de la vía (10,7%); y finalmente se recomienda en menor porcentaje realizar la reubicación de tramos (1,8%), esto porque son afectados por grandes eventos que resultarían muy costoso o difíciles de estabilizar (gráfico 5).

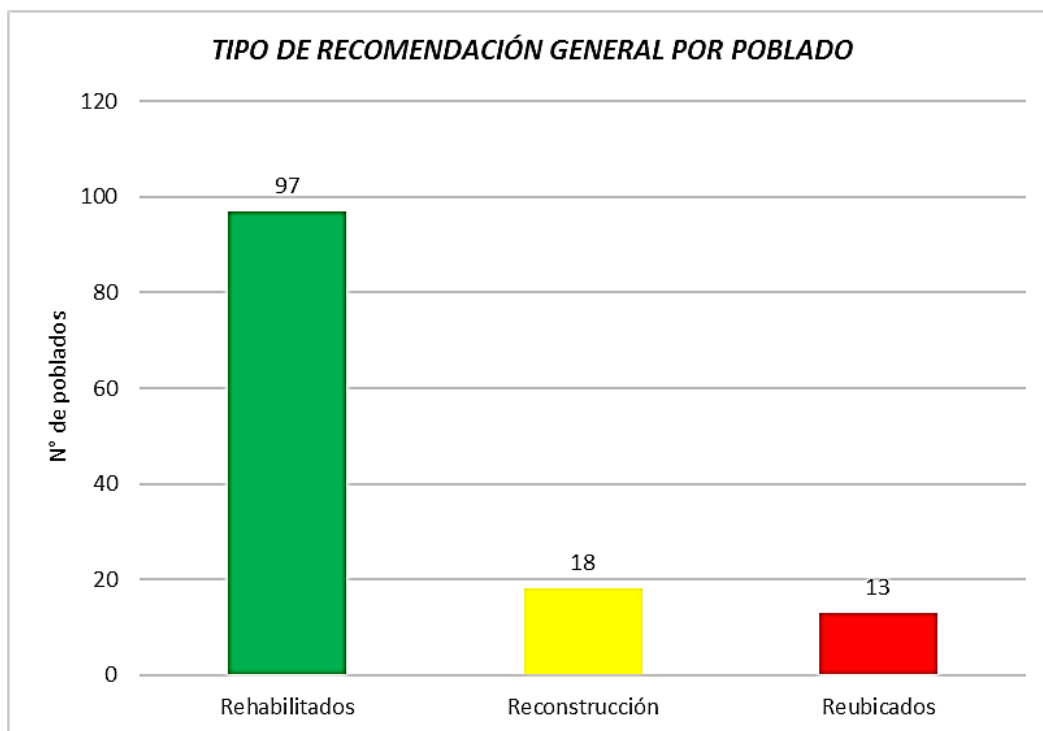


Gráfico 4: Recomendación general para centros poblados afectados por eventos detonados por el Niño Costero.

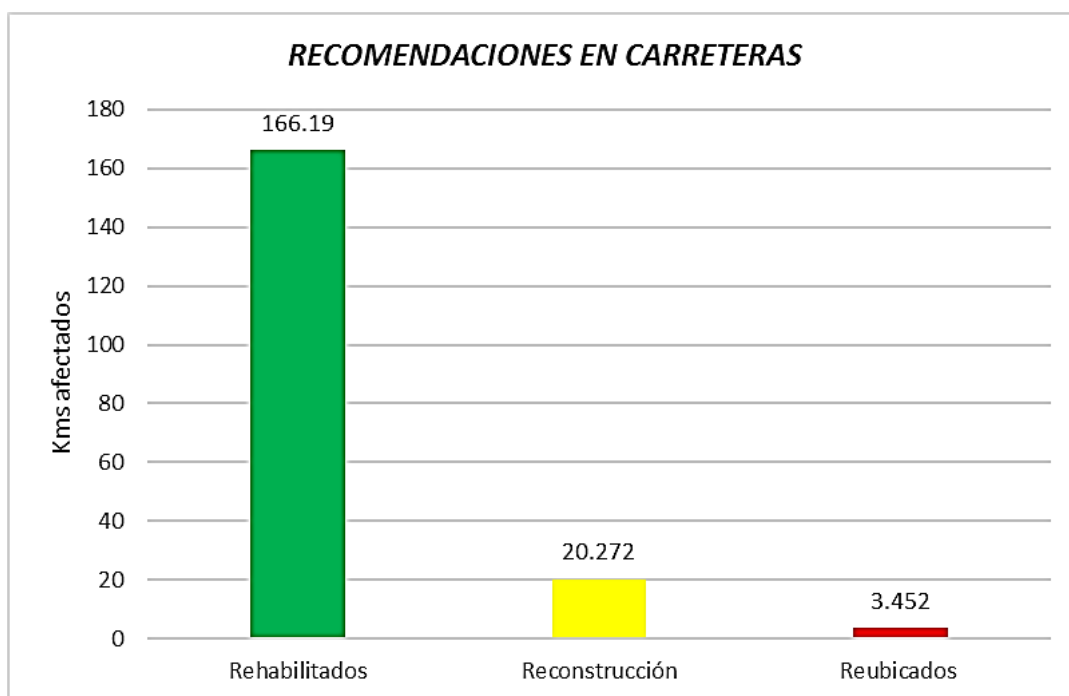


Gráfico 5: Recomendación general para tramos de carretera afectados por eventos detonados por el Niño Costero.

La recomendación general según el tipo de infraestructura afectada principalmente está dirigida a la realización de trabajos de rehabilitación, al no haber sido dañados en su totalidad; en menos casos se recomendó realizar trabajos de reconstrucción debido a la pérdida total de la infraestructura (gráfico 6).

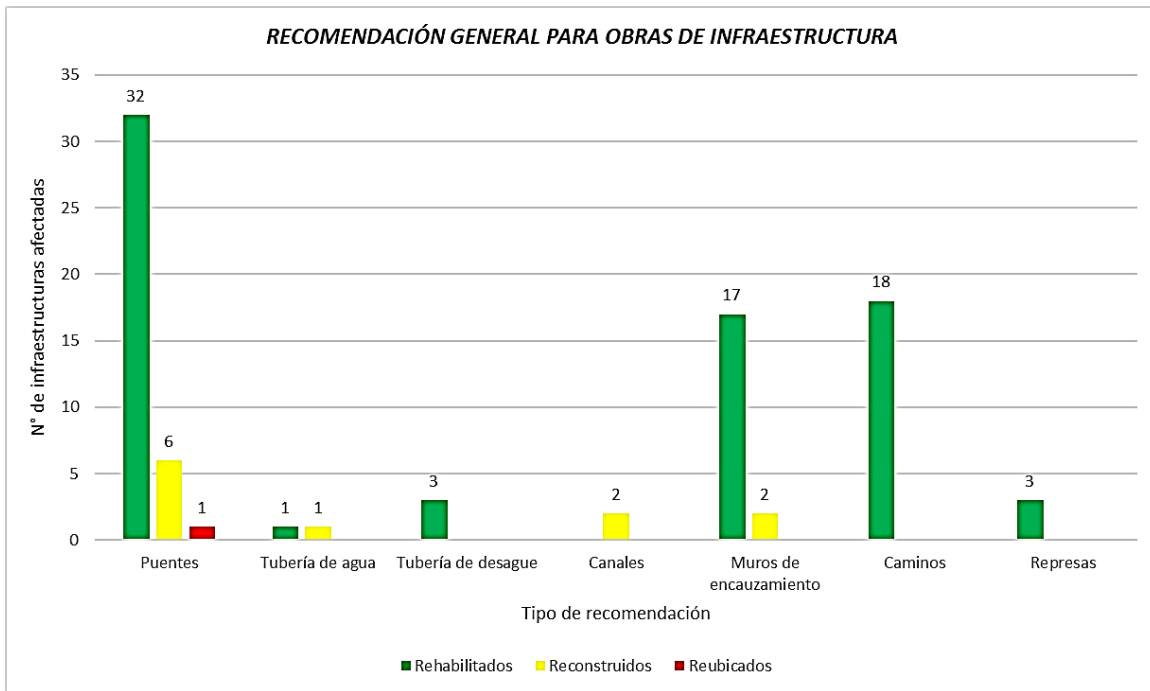


Gráfico 6: Recomendación general según infraestructura que resultó afectada por los eventos detonados por las lluvias asociadas al Niño Costero.

7. CONCLUSIONES

1. Los niveles de precipitaciones altas entre la llanura costera y la cordillera occidental, trajo como consecuencia el aumento del caudal en los principales ríos costeros, llegando en ocasiones a duplicar y hasta triplicar sus volúmenes de agua normal. El incremento en los volúmenes de agua generó que los ríos incrementen sus caudales y retomen sus antiguos cauces, muchos de los cuales fueron ocupados por obras civiles (puentes, carreteras y ciudades) y terrenos de cultivo.
2. Las fuertes precipitaciones pluviales asociadas al evento Niño Costero caídas en la región Piura entre los meses de enero y marzo del 2017, en especial las que se produjeron el día 27 de marzo, causaron variaciones del caudal (régimen hidrológico) de los ríos en la región; así, en el río Piura se registraron caudales máximos de 2 300 m³/seg hasta 3 468 m³/seg, que significó una crecida que superó la capacidad del río para evacuar el agua excedente, produciéndose desbordes hacia zonas planas próximas al valle (llanuras inundables, terrazas bajas y medias).
3. Los valores de caudales registrados con el evento El Niño Costero 2017, están lejos de los 4 424 m³/seg que se registró en el río Piura el 12 de marzo durante el Niño 1997-1998. Esto nos hace suponer que las inundaciones que afectaron a la ciudad de Piura en el presente año, deben estar relacionadas a condicionantes que tengan que ver principalmente con la morfología del cauce del río y la cantidad de sedimentos que se encuentran dentro del mismo, independientemente de la cantidad de lluvia y los caudales registrados.
4. En cuanto a la morfología en el cauce del río Piura se puede referenciar que este llega con un ancho de cauce aproximado de 210 m, en la presa de Ejidos, a su ingreso a la ciudad de Piura, después de 2,9 km de recorrido, el río Piura llega con una dirección noreste-suroeste al puente Andrés Avelino Cáceres, con un ancho aproximado de 140 m; donde cambia a una dirección noroeste-sureste, después a norte-sur en una longitud de río de 1,2 km, reduciéndose su ancho de cauce a aproximadamente 118 m a la altura del puente Intendencia; 117 m, en el puente Sánchez Cerro. A partir de este último punto el río Piura retoma una dirección noreste-suroeste; con anchos de cauce de 118 m, en el puente San Miguel y 140 m, en el puente Bolognesi. Es así que se puede observar los cambios de dirección del curso y los estrechamientos sufridos en el cauce del río Piura en su recorrido al atravesar la ciudad de Piura.
5. La carga sólida acarreada por los grandes caudales que discurren por el río Piura está constituida principalmente de una fracción fina de arenas, limos y arcillas; no se evidencia la presencia de gravas ni fragmentos de mayor tamaño dentro del cauce.
6. Las zonas inundadas por el río Piura (llanuras de inundación y terrazas bajas a medias), se encuentran cubiertas por un depósito areno-limoso a arcilloso de color crema, el cual sirve de marcador para identificar los límites alcanzados por las inundaciones; estos depósitos de material fino al secarse han formado grietas de desecación que a su vez formaron polígonos de hasta 0,50 cm de ancho.
7. Se evidenció durante los trabajos de campo una gran colmatación con abundante material fino (arena, limo y arcilla) dentro del cauce del río Piura; esto se da desde la ciudad de

Piura hacia aguas abajo. Así mismo en algunos sectores también se tiene vegetación crecida dentro del cauce del río.

8. Las inundaciones ocurridas entre la ciudad de Catacaos y las localidades Pedregal, Buenos Aires, Pozo de Los Ramos, Cucungara, Chato Grande, Chato Chico y Los Mores, las mismas que se encuentran asentadas en lo que vendría a ser las terrazas aluviales del río Piura y que se encontraban protegidas por un muro de encauzamiento de tierra por la margen izquierda del río Piura (longitud aproximada de 26 km); tuvieron como principal causa la rotura de este dique en cinco sectores, los mismos que suman 464 m de muro de encauzamiento destruido.
9. Se identificaron otros sectores del muro de encauzamiento de tierra del río Piura que han sido afectados (erosionados), los mismos que no llegaron a colapsar pero que necesitan pronta rehabilitación o reparación. Estos se muestran en el mapa de inventario del presente informe preliminar.
10. La gran carga de caudal discurrido por el río Piura, aguas arriba de la presa Los Ejidos, originó el desborde de sus aguas y la erosión de riberas hacia ambos márgenes; donde fueron destruidos grandes extensiones de terrenos de cultivo, también resultaron afectados puentes vehiculares (Tambogrande y Puente Salitral), puentes peatonales (Ñacara en Chulucanas y Huaro en Buenos Aires) y centros poblados (Chihuahua, Morroponcito, entre otros).
11. La carretera Panamericana Norte en el tramo comprendido entre el límite de las regiones Piura y Lambayeque hasta la ciudad de Piura, fue destruida en tres sectores (km 915+050, km 915+840 y km 914+100) por activación de quebradas secas; los caudales que acarrearón estas quebradas superaron la capacidad de pontones y alcantarillas, en algunos sectores no existían alcantarillas, por lo que se vio afectada la carretera.
12. El tránsito en la carretera de acceso a Bayóvar fue cortado totalmente a la altura del km 6+000, en una longitud de 216 m por la formación de la laguna La Niña, resultado de acumulación de las aguas del río Piura.
13. Los cursos de los ríos Sancor, Yapatera-Chapica, Charanal-San Jorge y la quebrada Río Seco, tributarios del río Piura por su margen derecha, que atraviesan el distrito de Chulucanas, acarrearón caudales que sobrepasaron su capacidad de carga por lo que ocasionó inundaciones y procesos de erosión ribereña. Afectaron terrenos de cultivo y tramos carreteros de la vía Chulucanas-Morropón asentados dentro de los cauces. También se produjo la reactivación de la gran mayoría de tributarios de estos ríos y quebradas, por los cuales discurrierón flujo de detritos y lodo que cortaron el tránsito vehicular hacia localidades ubicadas aguas arriba de estos ríos.
14. En Morropón, a nivel de distrito, la activación de las quebradas Las Damas, Franco, Cerezo y otras de corto recorrido y sin denominación destruyeron principalmente pontones y alcantarillas del tramo de carretera que une Chulucanas y Morropón; todas estas infraestructuras resultaron insuficientes para permitir el libre paso de los grandes caudales discurridos por los cauces. Por otro lado, los ríos Capones y Corrales se desbordaron y destruyeron terrenos de cultivo y tramos carreteros.

15. La carretera Chulucanas-Chililique-Frías, trazada en las laderas de la margen izquierda del valle, es afectada en su cuenca baja por la ocurrencia de flujos de detritos y lodo, que comprometieron un substrato rocoso de granitos moderadamente meteorizados. En la cuenca media-alta, hasta la localidad de Frías, se presentan principalmente derrumbes en los taludes superiores de carretera, que cortaron el tránsito por la vía; estos eventos ocurren principalmente en rocas intrusivas de tipo tonalita y diorita. Estos intrusivos aparecen completamente meteorizados (disgregación granular) cerca de la localidad de Frías, aquí las fuertes precipitaciones y la escorrentía superficial concentrada, entallaron una cárcavamiento muy intenso que cortaron totalmente la carretera que comunica con la localidad de San Jorge.
16. En la carretera Batanes-San Pedro-San Jorge-Frías, se activaron numerosas quebradas afluentes del río San Jorge; por sus cauces discurrieron flujos de lodo y de detritos. También se produjeron cárcavas y surcos que afectaron el substrato intrusivo (granito) alterado, llegando a cortar la plataforma de carretera en varios tramos.
17. La carretera Morropón-Paltashaco atraviesa un substrato intrusivo granítico, completamente meteorizado con disgregación granular; las fuertes precipitaciones pluviales detonaron derrumbes de magnitudes variadas en casi todo el trazo de carretera, los cuales llegaron a cortar totalmente el tránsito en varios puntos.
18. En el tramo Paltashaco-Chalaco, se produjeron varios derrumbes y deslizamientos que afectaron en diferente grado a la plataforma de carretera, estos eventos comprometen secuencias intrusivas de tonalitas y dioritas, altamente meteorizadas. La ocurrencia de estos eventos afectó el tránsito vehicular hacia la localidad de Pacaipampa. En menor cantidad se produjeron flujos de detritos y procesos de reptación de suelos que también afectan a la carretera.
19. En el tramo de carretera Morropón-Maray-Pueblo Nuevo-Mambluque-Piscán-Yamango, se identificó los siguientes peligros.
20. Activación de torrenteras de corto recorrido que bajan desde el cerro Maray y afectaron poblado del mismo nombre, por donde discurrieron flujos de detritos.
21. Activación de quebradas de corto recorrido entre los poblados Maray y Pueblo Nuevo, afectaron viviendas ubicadas cerca de sus cauces.
22. Puente sobre el río Chalaco que permite el paso hacia Mambluque y Yamango, resultado afectado en sus dos estribos por la intensa erosión fluvial asociada a las fuertes lluvias caídas en la zona.
23. Intensa erosión fluvial en ambos márgenes del río Piscán, que destruyó viviendas en la localidad de Mambluque.
24. En el tramo comprendido entre Mambluque y Piscán, se activaron quebradas con la generación de flujos de detritos, derrumbes en los taludes superiores de carretera; así como la activación de movimientos complejos (derrumbes-flujo de detritos) como consecuencia de las fuertes lluvias. Finalmente, erosión en los estribos del Puente Piscán por los caudales discurridos por el río Yamango.
25. En el tramo de carretera comprendido entre las localidades de Piscán y Yamango, que atraviesa una secuencia de esquistos del Complejo Olmos, después de las fuertes lluvias se activaron deslizamientos y derrumbes en varios sectores, los cuales cortaron el tránsito hacia Yamango; incluso permanece intransitable el tramo carretero que une Yamango con Huancabamba.

26. En el tramo de carretera Salitral-San Juan de Bigote-Quemazón-Sauce, se identificó los siguientes peligros:
27. Activación de quebradas secas de corto recorrido sin denominación, tributarios por la margen izquierda del río Bigote, en Piedra Blanca, Alan García, Bigote y Manzanares; estas quebradas cortan secuencias de esquistos del Complejo Olmos. El evento de mayor magnitud y que mayores daños causó, fue el ocurrido en una de las quebradas que cruza el poblado San Juan de Bigote, produciéndose inundaciones que afectaron algunas viviendas y las calles del poblado.
28. Fuertes caudales discurridos por el río Bigote erosionaron terrenos de cultivo en ambas márgenes y cortaron el tránsito hacia la localidad de Coyona.
29. En el desvío Los Ranchos-Sauce, se reactivaron deslizamientos antiguos y activaron nuevos deslizamientos rotacionales que produjeron asentamientos en la plataforma de carretera (sector Pichilingue), canales de riego y terrenos de cultivo; estos eventos comprometen secuencias de filitas y pizarras de la Formación Salas; limolitas y lutitas del Grupo Goyllarisquizga; intrusivos tonalíticos; esquistos del Complejo Olmos.
30. En la carretera Piura-Canchaque-Huancabamba se identificaron los siguientes tramos con problemas por movimientos en masa activos:
31. Unos 13,8 km de longitud comprendido entre las localidades de Bellavista-Canchaque-Puente de Fierro se presentan: a) deslizamientos activos que producen asentamientos y pérdida de la plataforma de carretera; b) deslizamientos reactivados en el cuerpo de un evento antiguo que afectó campo deportivo y puede comprometer viviendas de la localidad de Palambla; c) derrumbes en el talud superior de carretera por empuje de masas deslizante ubicada ladera arriba, que obstruyen carretera y cuneta; d) flujos de tierra que deforma la plataforma de carretera con ondulamientos y pérdida de asfalto. Todos estos procesos se desarrollan en suelos arcillosos y secuencias de rocas metamórficas de tipo filitas y pizarras de la Grupo Salas.
32. Entre los sectores Hierba del Aire y Tambo: a) derrumbes en los taludes superior e inferior de la carretera, material caído obstruye la carretera o genera pérdida de la vía; b) cárcavas con desarrollo retrogresivo que en algunos casos alcanza la plataforma de carretera. Estos eventos se desarrollan igualmente en filitas y pizarras de la Formación Salas, tonalitas y dioritas alteradas.
33. El tramo de carretera comprendido entre Huancabamba-Sóndor, presenta deslizamientos que continúan activos y afectan la carretera; se activaron quebradas que acarrearón flujos de detritos afectando con diferente intensidad terrenos de cultivo y la carretera.
34. Un tramo de la carretera entre Sóndor-Puente-Sondorillo, atraviesa un deslizamiento activo; la carpeta asfáltica fue destruida en casi todo el tramo, con asentamientos y grandes desplazamientos.
35. Se presentaron derrumbes en los taludes superiores de la carretera entre Sondorillo y el túnel transandino del Proyecto Alto Piura; las laderas fueron desestabilizadas por los cortes realizados para ampliar la plataforma de carretera.

36. La carretera Sondorillo-Huarmaca se considera un tramo crítico entre Puente Ovejería y la quebrada Carhuancho. Este tramo atraviesa terrenos afectados por cárcavamientos intensos, las cuales se desestabilizaron al haberse realizados cortes en las laderas para ampliar y asfaltar la carretera. Muchas cárcavas socavan la plataforma de carretera, se tienen derrumbes desde los taludes superiores de diferentes dimensiones en casi todo el tramo vial. Hay pérdida de plataforma de carretera por derrumbes y cárcavamiento. También se reactivaron quebradas con flujos de detritos erosionando los tramos de carretera hacia Huarmaca a la cual interceptan. Todos estos eventos se desarrollan en una secuencia volcánico-sedimentaria del volcánico Llama; también filitas y pizarras.
37. Un tramo de 43 kilómetros de la carretera Huarmaca-San Miguel del Faique atraviesa un substrato metamórfico (filitas y esquistos) muy fracturado y alterado a un suelo arcilloso, de alta plasticidad. La carretera presentaba obras de estabilización en sectores inestables (banquetas y muros de contención); sin embargo, con las lluvias se desestabilizaron todos los taludes, generándose derrumbes en gran parte de este tramo. Adicionalmente en dos sectores se perdió la totalidad de la plataforma de carretera por deslizamientos activados. Viviendas del poblado Chamelico, localizadas en el talud superior e inferior de la carretera, fueron afectados por el fallamiento de los taludes, se obstruyó la carretera y una vivienda sufrió agrietamientos en sus paredes. Un deslizamiento antiguo identificado en el sector San Miguel del Faique se reactivó como un nuevo deslizamiento de dimensión reducida, donde se produjo el asentamiento de una estación de servicios.
38. Se debe de mencionar que varias poblaciones urbanas ubicadas en la zona de planicie costera como Piura, Sullana, Sechura, entre otros distritos de la región, presentaron sectores con fuertes problemas de inundación pluvial, debido principalmente a su condición intrínseca de zonas plano-depresionadas o por la falta de sistemas de drenajes urbanos.
39. Como resultado de los trabajos de evaluación de zonas afectadas, se identificaron 450 ocurrencias de peligros que afectaron o causaron daños en la región: 257 movimientos en masa (138 por flujos de detritos o de lodo y 119 por deslizamientos o derrumbes); 193 ocurrencias de peligros hidrometeorológicos (81 zonas con inundaciones y 112 afectadas por erosión fluvial). Estos peligros afectaron en diferente intensidad a centros poblados, carreteras y obras de infraestructura.
40. Se identificaron 128 poblados afectados por inundaciones (muchos de los cuales están relacionadas a un evento de inundación o zona donde se produjo el desborde); un total de 190,871 kilómetros de carreteras afectados, de los cuales 167,147 km tienen que ser rehabilitados, 20,272 km tienen que ser reconstruidos y 3,452 km se tienen que considerar el cambio en su trazo. Por otro lado, a nivel de infraestructura los mayores daños fueron producidos por procesos de erosión fluvial en puentes y muros de encauzamiento.
41. El análisis estadístico de la información obtenida en los trabajos de campo nos muestra que los centros poblados fueron principalmente afectados procesos de inundación fluvial y flujos (detritos y lodo), en menor proporción se tienen los procesos de erosión fluvial e inundación. Las carreteras fueron afectadas principalmente por deslizamientos y derrumbes; y las obras de infraestructura en general recibieron mayores daños por procesos de erosión fluvial y las inundaciones fluviales.

42. En cuanto a los tipos de obras de infraestructura afectados se tiene que los tipos de evento que los acusaron fueron principalmente los procesos de erosión fluvial, que afectaron puentes, muros de encauzamiento, tuberías de agua-desagüe y canales. En segundo lugar, se tienen a las inundaciones fluviales que afectaron puentes, tuberías de desagüe, caminos y represas.
43. Para los centros poblados afectados por peligros geológicos y geohidrológicos (no se considera inundaciones de tipo pluvial) evaluados, se recomendó principalmente realizar trabajos de rehabilitación (75,78%), seguido de realizar trabajos de reconstrucción (14,06%) y en menor porcentaje se recomendó realizar trabajos de reubicación (10,16%); la reubicación no involucra mover poblados completos, solo contempla la reubicación de viviendas que se encuentra asentadas sobre zonas de alto peligro, como pueden ser cauces de quebradas, llanuras de inundación, terrazas bajas, borde de acantilados y taludes de corte de carretera, etc.
44. Los tramos de carretera afectados tienen como principalmente recomendación realizar trabajos de rehabilitación (87,5%), en menor porcentaje las zonas en donde se debe realizar trabajos de reconstrucción por pérdida total de la vía (10,7%); y finalmente realizar la reubicación de tramos (1,8%).
45. Según el tipo de infraestructura afectada la recomendación principal está dirigida a la realización de trabajos de rehabilitación, al no haber sido dañados en su totalidad; en pocos casos se recomendó realizar trabajos de reconstrucción debido a la pérdida total de la infraestructura.

8. RECOMENDACIONES

1. Realizar la limpieza de cauce (descolmatación) y encauzamiento del río Piura, no solo en el tramo que cruza la ciudad de Piura, sino a lo largo del valle pasando el puente Independencia en donde se observa bastante acumulación de arena en su estribo derecho.
2. Al haberse estrechado el cauce del río Piura en el tramo que atraviesa la ciudad, se debe considerar la colocación o mejoramiento de muros de encauzamiento de concreto a una mayor altura de la que se encuentra actualmente, el diseño de esta obra debe ser realizado con los estudios hidrológicos respectivos; se busca compensar la reducción del ancho de cauce elevando el tirante (altura) del cauce del río.
3. Reparar los tramos destruidos del muro de encauzamiento de tierra del río Piura, buscando devolverle su diseño original; como son los sectores de El Rancho, Pedregal-Puente Independencia y Los Mores.
4. Reparar y reforzar los tramos del muro de encauzamiento de tierra del río Piura que fueron afectados, en muchos casos por sus dos bordes por los procesos de erosión fluvial.
5. Considerar la posibilidad de elevar la altura del muro de encauzamiento del río Piura, para controlar los desbordes por reboses de nuevos caudales extraordinarios, con la consecuente erosión remontante en la cara externa del muro que finalmente producirá el colapso total del mismo.
6. Reparar y reforzar los gaviones y enrocados colocados como defensa ribereña a procesos erosivos en los estribos de puentes; además de esto se debe de ampliar la longitud de cobertura de estas defensas ribereñas, en ambas márgenes, aguas arriba y aguas abajo de los puentes. Como en los puentes Independencia, Salitral, Carrasquillo, Ñacará, Huaro, etc.
7. Colocar defensas ribereñas en tramos donde los ríos y quebradas se aproximan a centros poblados, carreteras y terrenos de cultivo. Aplicar esto en los poblados de Pabur, Chihuahua, Pueblo Nuevo, Morroponcito, entre otros.
8. Colocar baterías de alcantarillas o colocar pontones con mayor luz, que cubran el ancho total en los cauces de ríos o quebradas activas y secas, evitando realizar estrechamientos de cauces, como se observa actualmente.
9. Los diseños en general de los nuevos puentes y pontones en carreteras deben ser realizados con estudios hidrológicos de máximas avenidas los cuales aseguren que estas no fallen o colapsen totalmente.
10. Tener en cuenta el análisis geomorfológico en los valles (cauce activo, llanuras inundables y niveles de terrazas) y quebradas (cauces y conos de deyección) al momento de diseñar y ubicar los nuevos puentes y pontones en las carreteras afectadas. Es el caso de los puentes que cruzan las quebradas Franco, El Cerezo y otras sin denominación en el distrito de Morropón.

11. En quebradas secas reactivadas, realizar trabajos de limpieza (descolmatación) y encauzamiento con muros de arrimado de material, gaviones, concreto, etc.; así también redefinir los cauces de las quebradas tratando de evitar que estas hagan curvas en su paso por centros poblados.
12. Colocar diques transversales a la dirección de los flujos en cauces de quebradas, que ayuden a controlar el avance violento de la carga sólida acarreada por flujos de detritos y lodo, como en San Juan de Bigote, Alan García, Manzanares y Piedra Blanca.
13. Reubicar viviendas que se encuentran asentadas cerca de cursos de ríos, quebradas activas y secas, las cuales fueron afectadas o pueden ser afectadas por nuevos eventos de flujos de detritos, inundación y erosión fluvial, como el caso de Maray, Mambulque, Piscan, entre otros.
14. Realizar el perfilado o banquetado de taludes en zonas donde se produjeron derrumbes, así como en acantilados con elevados ángulos de inclinación y con alturas que permita la ejecución de este tipo de obras.
15. Realizar el desquinchado o remoción de bloques de roca o masas de suelo que se encuentran colgados e inestables en los taludes de corte de carretera, como los observados en los tramos de Morropón-Paltashaco-Chalaco y Canchaque-Huancabamba.
16. Remover la vegetación de gran tamaño (árboles y matorrales) que se encuentran colgados e inclinados en los bordes de taludes superiores de carretera, los cuales pueden caer y provocar accidentes.
17. Realizar la limpieza, mantenimiento y reparación de cunetas de carretera; para controlar los desbordes de agua por la obstrucción de cunetas con material caído desde los taludes superiores, que erosionen la plataforma de carretera; o la infiltración de agua en el suelo a través de grietas en el revestimiento de cunetas que saturan el suelo y desestabilicen la plataforma de carretera. Sectores de carretera Morropón-Paltashaco-Chalaco, Canchaque-Huancabamba, Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca y Huarmaca-San Miguel del Faique.
18. Colocar cunetas de coronación en taludes superiores de carretera, a su vez realizar un constante mantenimiento y limpieza de las mismas.
19. Reubicar viviendas construidas muy cerca de los bordes de acantilados y de taludes de corte de carretera, los cuales pueden ser afectados por la ocurrencia de nuevos derrumbes y deslizamientos. Como es el caso de Yamango y Chamelico.
20. Realizar el monitoreo constante de grandes deslizamientos que afectan tramos de carretera o centros poblados, que permitan tener conocimiento de su actividad y avance de los mismos, además servirá para constituir sistemas de alerta ante un inminente colapso que pueda comprometer la seguridad de personas, animales, etc. Es el caso de los identificados cerca de Canchaque y en la carretera San Miguel del Faique-Huarmaca.
21. Colocar drenajes en laderas que presentan movimientos y empuje de terreno, donde se evidencia la presencia y el afloramiento de agua subterránea.

22. Las localidades de la región Piura deben prepararse y elaborar sus sistemas de alerta temprana (SAT) ante la ocurrencia de nuevas inundaciones fluviales y flujos de detritos, que les permitan ser oportunamente alertados ante la ocurrencia de estos, estar preparados y reducir la pérdida de vidas humanas.
23. Realizar planes de emergencia, donde se ubiquen en mapas zonas seguras y se definan rutas de evacuación en caso de la ocurrencia de inundaciones fluviales y flujo de detritos.
24. Las autoridades deben planear y en conjunto con la población deben efectuar simulacros de evacuación ante flujos de detritos e inundaciones en las localidades afectadas por este tipo de eventos.

9. BIBLIOGRAFIA

- Cruden, D.M., Varnes, D.J., (1996). Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- DHN (2017). Comunicado Oficial N° 08-2017 (en l3nea). Comunicados oficiales ENFEN (consulta: 26 de julio de 2017). Disponible en: https://www.dhn.mil.pe/comunicado_oficial_enfen
- ENFEN (2017). Informe t3cnico extraordinario N° 001-2017/ENFEM-El Ni3o Costero 2017. (consulta: 26 de julio de 2017). Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_infco_informe_tecnico_extraordinario_001_2017.pdf
- Hungr, O. (2005). Classification and terminology, en Jakob, M., y Hungr, O., ed., Debris flow hazard and related phenomena: Chichester, Springer-Praxis, p. 9–23.
- Hungr, O., Evans, S.G., Bovis, M., y Hutchinson, J.N. (2001). Review of the classification of landslides of the flow type: Environmental and Engineering Geoscience, v. 7, p. 22–238.
- Hoek, E., & Bray, J. W. (1981). Rock slope engineering. Institution of Mining and Metallurgy, 358 p.
- INDECI (2017). Informaci3n de emergencias y da3os producidos por el Ni3o Costero 19 de junio 2017 (en l3nea). Reporte Ni3o Costero 2017. (consulta: 23 de julio del 2017). Disponible en l3nea: <http://www.indeci.gob.pe/objetos/noticias/NTY=/NTE1Mw==/fil20170621035555.pdf>
- INEI (2017). Cuentas Nacionales A3o base 2017-Producto Bruto Interno Trimestral (en l3nea). Informe T3cnico N° 2- mayo 2017. (consulta: 25 de julio del 2017). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-n02_producto-bruto-interno-trimestral-2017i.pdf
- INEI (2017). Per3: Panorama econ3mico departamental (en l3nea). Informe t3cnico N° 6 junio 2017. (consulta: 25 de julio del 2017). Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/panorama-economico-departamental/1/>
- Jha, A., Bloch, R., & Lamond, J. (2012)- Ciudades e Inundaciones, Gu3a para la gesti3n integrada del riesgo de inundaciones en ciudades en el siglo 21. Washington: The World Bank. 59 p.
- D3vila, J. (1999). Diccionario Geol3gico. 3ra edici3n. Lima: INGEMMET. 1006 p.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007). Movimientos en masa en la regi3n Andina: Una gu3a para la evaluaci3n de amenazas. Servicio Nacional de Geolog3a y Miner3a, Publicaci3n Geol3gica Multinacional, No. 4, 432 p.
- SENAMHI (2017). Bolet3n regional del SENAMHI Piura (en l3nea). Bolet3n regional mensual, a3o XVII – N° 8, agosto 2017 (consulta: 18 de setiembre de 2017). Disponible en: <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/03501SENA-58.pdf>
- Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ad, Landslides analisys and control: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 176, p. 9-33.
- Vilchez, M., Luque, G. & Rosado, M. (2013). Riesgo geol3gico en la regi3n Piura. Bolet3n N° 52 serie C: Geodin3mica e ingenier3a geol3gica. Lima: INGEMMET. 282 p., 9 mapas.

- Vilchez, M., Luque, G. & Rosado, M. (2009). Zonas críticas por peligros geológicos en la región Piura-primer reporte (en línea). Informe técnico geología ambiental. Lima: INGEMMET. 54 p. (consulta: 25 de julio del 2017). Disponible en: http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/117725/ZONAS_CRITICAS_PIURA.pdf/eea05a54-5217-4c74-8429-78f4af4bc869
- WWF (2017). Que es “El Niño costero” que está afectando a Perú y Ecuador (en línea). Artículo. (consulta: 25 de julio del 2017). Disponible en línea: <http://www.wwf.org.pe/?294950/que-es-el-nino-costero-que-esta-afectando-a-peru-y-ecuador>

ANEXOS

ANEXO 1. MEDIDAS CORRECTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la región, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos, procesos de erosiones de laderas, erosión de riberas e inundaciones fluviales; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS PARA INUNDACIONES Y FLUJOS RÁPIDOS

Las medidas de protección para este tipo de peligros pueden ser:

a) Permanentes

- Tratamiento de la cuenca para disminuir el flujo de aguas, por ejemplo, la construcción de andenes, por su forma escalonada impiden que el agua corra pendiente debajo de manera violenta y retienen suelos cargados de nutrientes aprovechables para fines agrícolas. Asimismo, proteger la cobertura vegetal, ya que mediante el resembrado de gramíneas y árboles se protege los suelos de la erosión devolviéndoles su capacidad de retención del agua.
- Construcción de obras de ingeniería como presas, reservorios de regulación y construcción de canales que permitan mantener ciertas áreas libres de inundaciones.
- Efectuar obras de regulación para asegurar el uso económico de las llanuras anegadizas, estudios sencillos que se realicen en estas áreas permitirán determinar los niveles máximos alcanzados en pasadas inundaciones delimitándose las zonas amenazadas por este fenómeno.

b) De emergencia

- Construcción de defensas o refugios y mejoramiento de las existentes.
- Limpieza de canales y acequias.
- Acciones para combatir la inundación o el flujo rápido.
- Evacuación de personas y propiedades de las zonas amenazadas.
- Reprogramación de actividades para reducir las pérdidas e interrupciones ocasionadas por las inundaciones y flujos rápidos.

c) Sistemas de protección contra inundaciones

Deben consistir en:

- Una línea principal de defensa que proteja toda la zona.
- Líneas locales de defensa que protejan diversas partes de la zona, si queda destruida la línea principal de defensa.

Las estructuras de las líneas de defensa de protección contra las inundaciones deben consistir en:

- Disques de defensa (malecones) o terraplenes, erigidos para proteger el terreno situado detrás. Deberá preverse un margen bastante amplio de altura para el caso de que las

condiciones de cimentación sean deficientes, con el fin de compensar un exceso de asiento del terraplén.

- Muros de encauzamiento de avenidas, muelles y terraplenes construidos para proteger los asentamientos humanos.
- Compuertas de seguridad para crecidas y un sistema de canales para que el agua de la inundación se encause hacia los embalses provisionales.
- Un sistema de canales, pozos y alcantarillado, con su equipo correspondiente, que influya en el de la capa acuífera subterránea (napa freática).
- Capacidad de bombeo suficiente para evacuar el agua de drenaje en el interior del sistema de diques de defensa.
- Carreteras y otras vías de comunicación para el acceso al sistema de defensa, que permita el tránsito de personas y equipos durante las operaciones de defensa o para los trabajos de mantenimiento.
- Sistemas de comunicación por internet, teléfono y radio.
- Instalaciones hidrométricas y de otra índole para observar y comunicar la aproximación y desplazamiento de olas de inundaciones y fluctuaciones de la capa acuífera subterránea.

En los periodos en que no surjan situaciones de emergencia deberán mantenerse en buen estado la zona de evacuación de crecidas y el sistema de defensa contra inundaciones, lo que concluye:

- Reparación de los terraplenes, el mantenimiento de la capacidad de los cursos de agua mediante el dragado y limpieza, y la conservación de las esclusas compuertas y otros equipos.
- Mantenimiento de las estaciones hidrométricas y la prestación de un servicio diario de información sobre el nivel de las aguas que afecte a la situación hidrológica de la zona protegida.
- Mantenimiento de las instalaciones de almacenamiento de los materiales y equipos a utilizarse en una emergencia.
- Tener un cuidado especial para evitar la abertura de brechas en los sistemas de defensa existentes durante la construcción de nuevas obras de infraestructura o asentamientos poblacionales.

MEDIDAS PARA DESLIZAMIENTOS, DERRUMBES Y CAÍDAS DE ROCAS

Las medidas correctivas se pueden realizar en: 1) taludes en construcción, 2) laderas que tienen pendientes fuertes y es necesaria su estabilización, 3) para estabilizar fenómenos de rotura, sobre todo aquellos que pueden trabajarse a nivel de construcción. Para definir la solución ideal es necesario valorar diferentes parámetros, sean de tipo constructivo o económico.

A) Corrección por modificación de la geometría del talud

Cuando un talud es inestable o su estabilidad es precaria se puede modificar su geometría con la finalidad de obtener una nueva disposición que resulte estable. Esta modificación busca lograr al menos uno de los dos efectos siguientes:

- Disminuir las fuerzas que tienden al movimiento de la masa.
- Aumentar la resistencia al corte del terreno mediante el incremento de las tensiones normales en zonas convenientes de la superficie de rotura.

Lo primero se consigue reduciendo el volumen de la parte superior del deslizamiento y lo segundo incrementando el volumen en el pie del mismo.

Las acciones que pueden realizarse sobre la geometría de un talud para mejorar su estabilidad son las siguientes:

Eliminar la masa inestable o potencialmente inestable. Esta es una solución drástica que se aplica en casos extremos, comprobando que la nueva configuración no es inestable.

Eliminar el material de la parte superior (descabezamiento) de la masa potencialmente deslizante. En esta área el peso del material contribuye más al deslizamiento y presenta una menor resistencia, dado que la parte superior de la superficie de deslizamiento presenta una máxima inclinación. Por ello la eliminación de escasas cantidades de material produce aumentos importantes del factor de seguridad.

Construcción de escolleras en el pie del talud. Puede efectuarse en combinación con el descabezamiento del talud o como medida independiente (Figuras 17 y 18).

El peso de la escollera en el pie del talud se traduce en un aumento de las tensiones normales en la parte baja de la superficie del deslizamiento, lo que aumenta su resistencia. Este aumento depende del ángulo de rozamiento interno en la parte inferior de la superficie del deslizamiento. Si es elevado, el deslizamiento puede producirse por el pie y es más ventajoso construir la escollera encima del pie del talud, pudiéndose estabilizar grandes masas deslizantes mediante pesos relativamente pequeños de escollera. Si el ángulo de rozamiento interno es bajo, el deslizamiento suele ocurrir por la base y es también posible colocar el relleno frente al pie del talud. En cualquier caso, el peso propio de la escollera supone un aumento del momento estabilizador frente a la rotura. Por último, cuando la línea de rotura se ve forzada a atravesar la propia escollera, esta se comporta además cómo un elemento resistente propiamente dicho.

Algo que debe tomarse en cuenta constantemente es que la base del relleno debe ser siempre drenante pues en caso contrario su efecto estabilizador puede verse disminuido, especialmente si el relleno se apoya sobre material arcilloso. Puede ser necesario colocar un material con

funciones de filtro entre el relleno drenante y el material del talud, para ello puede recurrirse al empleo de membranas geotextiles.

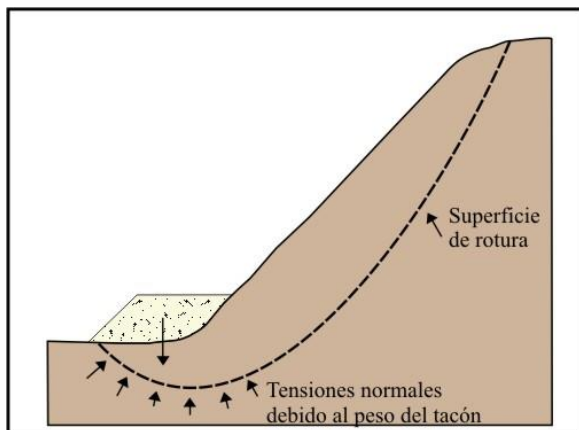


Figura 17: Efecto de una escollera sobre la resistencia del terreno.

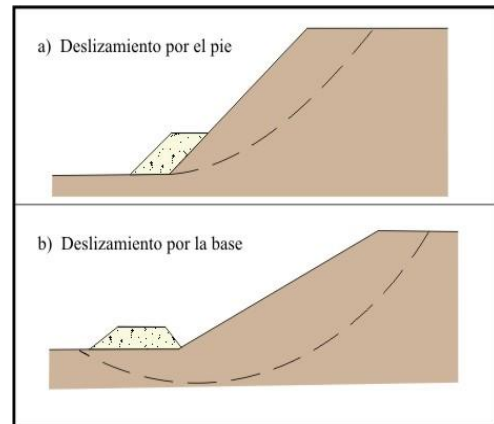


Figura 18: Colocación de escolleras.

Tratamiento de taludes con escalonamiento: Es una medida que puede emplearse tanto cuando un talud está comprometido por un deslizamiento o antes de que este se produzca. Su uso es aconsejable porque facilita el proceso constructivo y las operaciones del talud, retiene las caídas de fragmentos de roca —indeseables en todos los casos— y si se coloca en ellos zanjas de drenaje entonces se evacuará las aguas de escorrentía, disminuyendo su efecto erosivo y el aumento de las presiones intersticiales. Figura 19

Este escalonamiento se suele disponer en taludes en roca, sobre todo cuando es fácilmente meteorizable y cuando es importante evitar las caídas de fragmentos de roca, como es el caso de los taludes ubicados junto a vías de transporte.

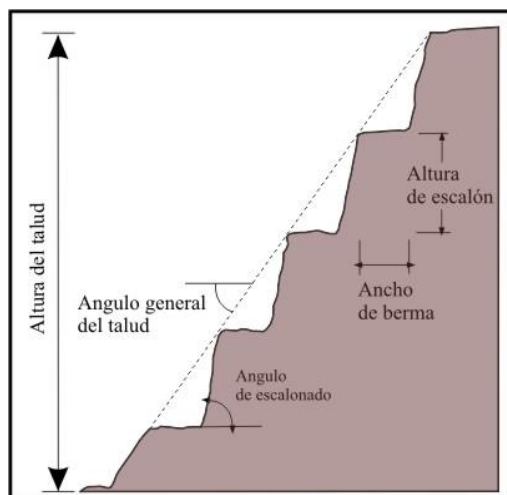


Figura 19: Esquema de un talud con bermas intermedias.

B) Corrección por drenaje

Este tipo de corrección se efectúa con el objeto de reducir las presiones intersticiales que actúan sobre la superficie de deslizamiento (sea potencial o existente), lo que aumenta su resistencia y disminuye el peso total, y por tanto las fuerzas desestabilizadoras.

Las medidas de drenaje son de dos tipos:

Drenaje superficial. Su fin es recoger las aguas superficiales o aquellas recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud, evitándose su infiltración (Figura 20).

Las aguas de escorrentía se evacuan por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas al talud. Estas deben situarse a poca distancia de la cresta del talud y detrás de la misma, de manera que eviten la llegada del agua a las grietas de tensión que podrían existir o no. El cálculo de la sección debe hacerse con los métodos hidrológicos.

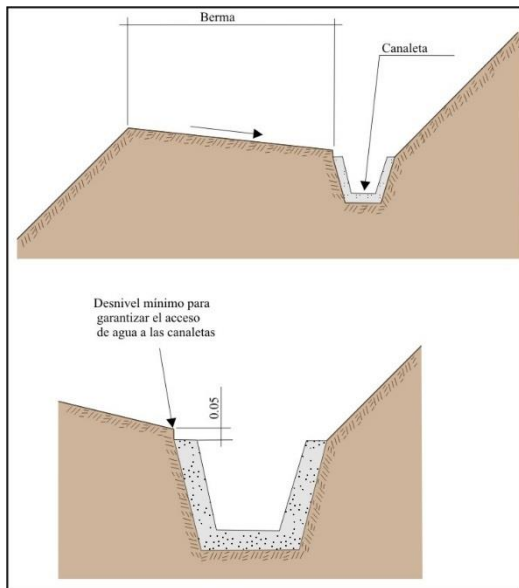


Figura 20: Detalle de una canaleta de drenaje superficial.

Drenaje profundo. La finalidad es deprimir el nivel freático con las consiguientes disminuciones de las presiones intersticiales. Para su uso es necesario conocer previamente las características hidrogeológicas del terreno.

Se clasifican en los siguientes grupos:

b.1) Drenes horizontales. Perforados desde la superficie del talud, llamados también drenes californianos. Consisten en taladros de pequeño diámetro, aproximadamente horizontales, entre 5° y 10°, que parten de la superficie del talud y que están generalmente contenidos en una sección transversal del mismo (Figuras 21 y 22).

Sus ventajas son:

- Su instalación es rápida y sencilla.
- El drenaje se realiza por gravedad.
- Requieren poco mantenimiento.
- Es un sistema flexible que puede readaptarse a la geología del área.

Sus desventajas son:

- Su área de influencia es limitada y menor que en el caso de otros métodos de drenaje profundo.
- La seguridad del talud hasta su instalación puede ser precaria.

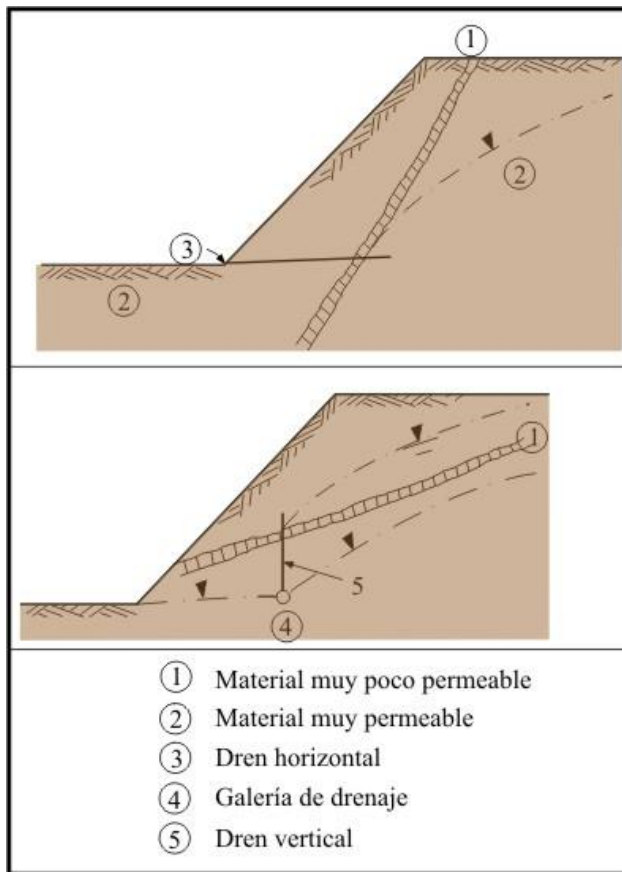


Figura 21: Disposición de sistema de drenaje en taludes no homogéneos.

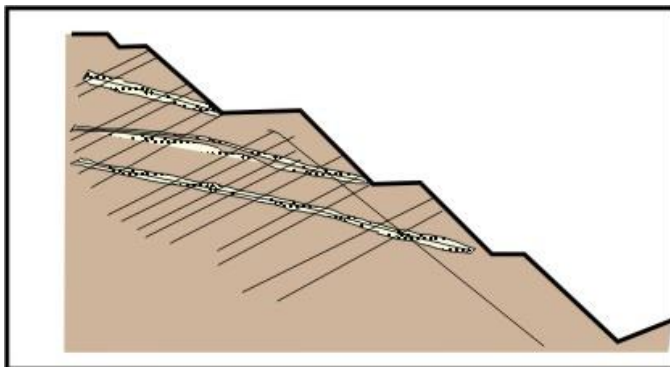


Figura 22. Esquema de drenaje de un talud por medio de drenes californianos

C) Corrección por elementos resistentes

C.1) Muros. Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (Figura 23).

En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (Figura 24). Esta forma de actuar puede tener varios inconvenientes. En primer lugar, la construcción del muro exige cierta excavación en el pie del talud, lo cual favorece la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. Por otra parte, el muro no puede ser capaz de evitar posibles deslizamientos por encima o por debajo del mismo.

Una contención solo puede sostener una longitud determinada de deslizamiento ya que en caso contrario el deslizamiento sobrepasa al muro. Cuando quieran sujetarse

deslizamientos más largos, debe recurrirse a un sistema de muros o a otros de los procedimientos expuestos. Por todo ello, en taludes con signos evidentes de inestabilidad puede ser más apropiado realizar el muro con objeto de retener un relleno estabilizador.

En desmontes y terraplenes en los que la falta de espacio impone taludes casi verticales, el empleo de muros resulta casi obligado. Este es un caso frecuente en la construcción de vías de transporte. En ocasiones, como en el caso de un desmonte en una ladera, puede resultar más económica la construcción de un muro, frente al coste de sobre excavación requerido si aquel no se realiza. La construcción de un muro es generalmente una operación cara. A pesar de ello, los muros se emplean con frecuencia pues en muchos casos son la única solución viable.

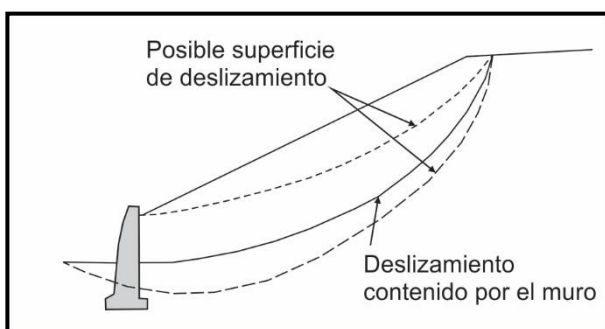


Figura 23: Contención de un deslizamiento mediante un muro.

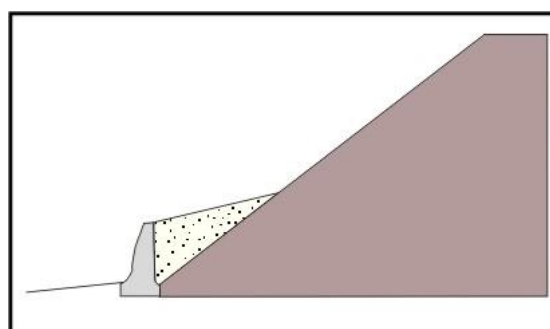


Figura 24: Relleno estabilizador sostenido por el muro.

Los muros se pueden clasificar en tres grupos (Figura 25):

- Muros de sostenimiento: Se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.
- Muros de contención: Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sería probablemente inestable sin la acción del muro.
- Muros de revestimiento: Su misión consiste esencialmente en proteger el terreno de la erosión y meteorización además de proporcionar un peso estabilizador.

Cuando se proyecta un muro deberán determinarse las cargas a las que va a estar sometido y su distribución, lo que permitirá planificar una estructura capaz de resistirlas.

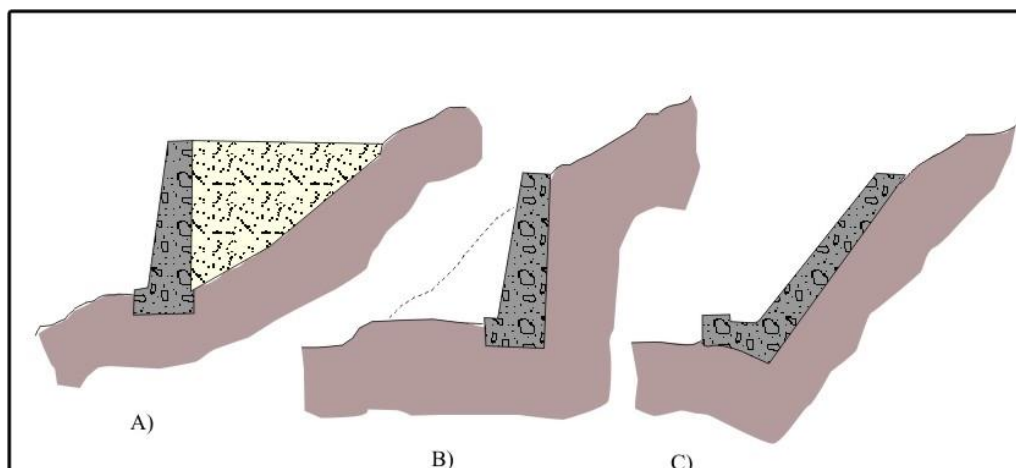


Figura 25: a) Muro de sostenimiento b) Muro de contención c) Muro de revestimiento.

Las comprobaciones que deben efectuarse en un caso típico son las siguientes:

- Estabilidad general del sistema muro-terreno al deslizamiento; la estabilidad general del muro incluye la estabilidad al vuelco y al deslizamiento.
- Resistencia del terreno del cimiento.
- Ausencia de tracciones en la base del muro.
- Resistencia estructural: Se ha de comprobar que las tensiones máximas en el muro no superasen los valores admisibles.

Tipos de muros

Muros de gravedad: Son los muros más antiguos, son elementos pasivos en los que el peso propio es la acción estabilizadora fundamental (Figuras 26 A y B, 27 y 28).

Se construyen de hormigón en masa, pero también existen de ladrillo o mampostería y se emplean para prevenir o detener deslizamientos de pequeño tamaño. Sus grandes ventajas son su facilidad constructiva y el bajo costo.

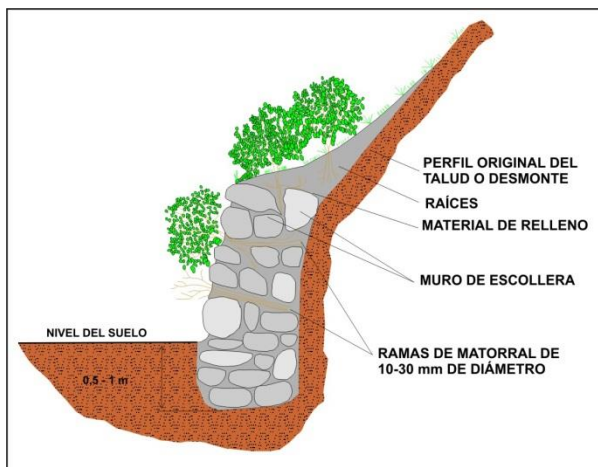


Figura 26 A). Muros de gravedad de piedra seca.

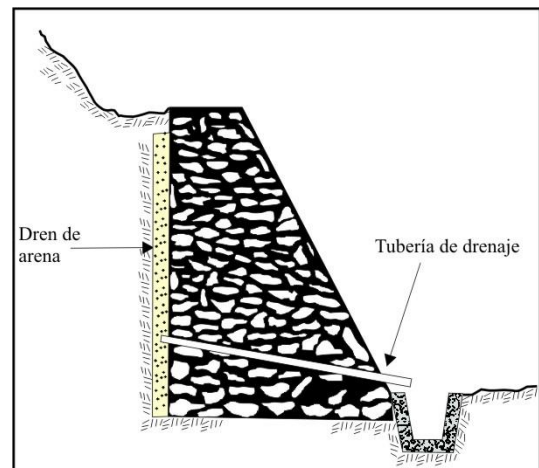


Figura 26 B) Muros de gravedad de piedra argamasada.

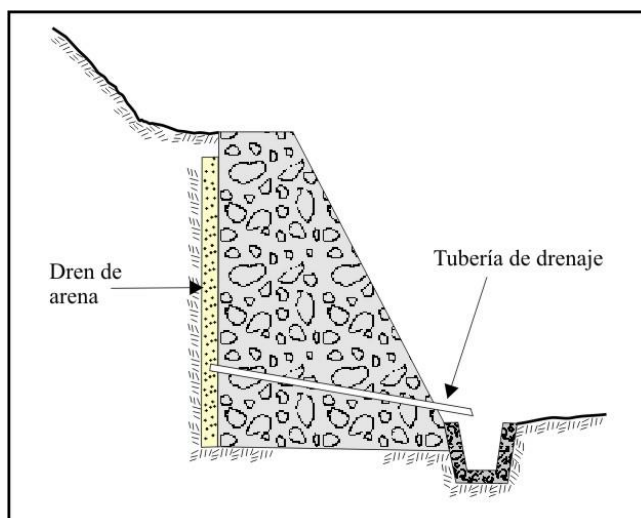


Figura 27: Muros de gravedad de concreto ciclópeo.

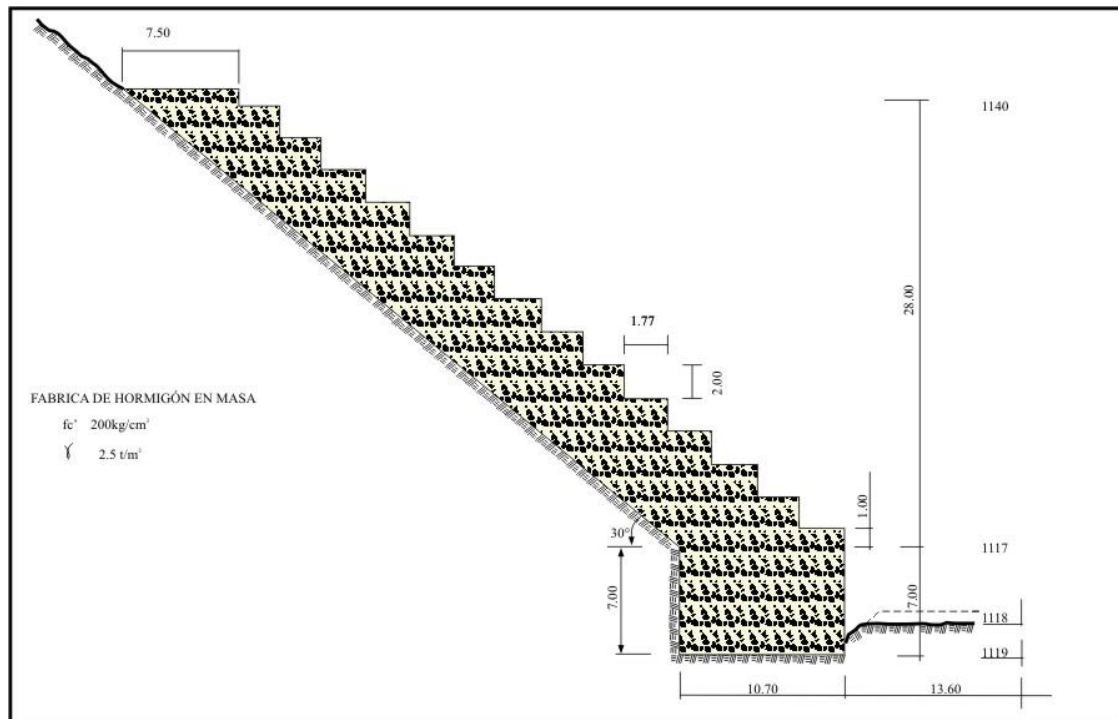


Figura 28: Muros de espesor máximo.

Muros de gaviones. Los gaviones son elementos con forma de prisma rectangular que consisten en un relleno granular constituido por fragmentos de roca no degradable (caliza, andesita, granitos, etc.), retenido por una malla de alambre metálico galvanizado (Figura 29).

Los muros de gaviones trabajan fundamentalmente por gravedad. Generalmente se colocan en alturas bajas, aunque algunas veces se colocan en alturas medianas (hasta 25 m de alto y 10 m de ancho) y funcionan satisfactoriamente. La relación entre la altura del muro y el ancho de la base del mismo es muy variable, y suele estar comprendida entre 1,7 a 2,4.

Las ventajas que presenta son:

- Instalación rápida y sencilla.
- Son estructuras flexibles que admiten asentamientos diferenciales del terreno.
- No tienen problemas de drenaje ya que son muy permeables.
- Los empujes sobre el muro y su estabilidad al vuelco y deslizamiento se calculan de igual forma que en el caso de un muro de gravedad.

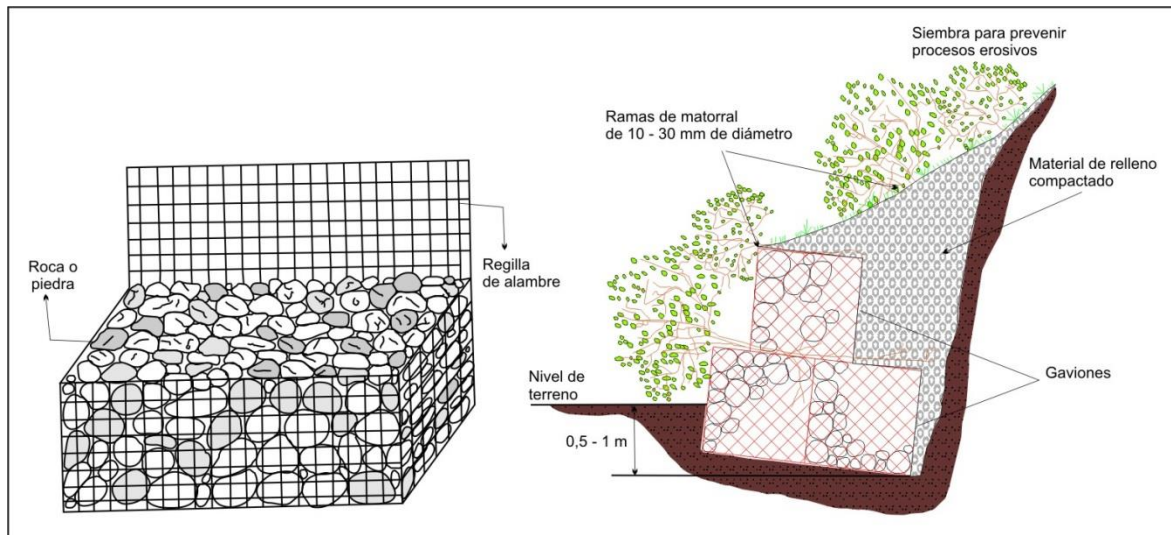


Figura 29: Muro de gavión.

D) Correcciones superficiales

Las medidas de corrección superficiales se aplican en la superficie de un talud de manera que afectan solo a las capas más superficiales del terreno y tienen fundamentalmente los siguientes fines:

- Evitar o reducir la erosión y meteorización de la superficie del talud.
- Eliminar los problemas derivados de los desprendimientos de rocas en los taludes donde estos predominan.
- Aumentar la seguridad del talud frente a pequeñas roturas superficiales.

Los principales métodos empleados son:

d.1) Mallas de alambre metálico

Se cubre con ellas la superficie del talud con la finalidad de evitar la caída de fragmentos de roca, lo cual es siempre peligroso, especialmente en vías de transporte o cuando hay personal trabajando en el pie del talud.

Las mallas de fierro galvanizado retienen los fragmentos sueltos de rocas y conducen los trozos desprendidos hacia una zanja en el pie del talud. Son apropiados cuando el tamaño de roca a caer se encuentra entre 0,60 y 1,00 m.

La malla se puede fijar al talud de varias maneras: siempre en la parte superior del talud o en bermas intermedias. Como sistemas de fijación pueden emplearse bulones, postes introducidos en bloques de hormigón que pueden a su vez ir anclados o simplemente un peso muerto en la parte superior del talud. Durante la instalación se prepara una longitud de malla suficiente para cubrir el talud, con una longitud adicional que es necesaria para la fijación de la malla.

La malla se transporta en rollos hasta el talud, se fija en su parte superior y se desenrolla dejándola caer simplemente, fijándola en la superficie del talud; en la parte

final de la malla se suele dejar un metro por encima de la zanja de acumulación de piedras.

d.2) Sembrado de taludes

Mantener una cobertura vegetal en un talud produce indudables efectos beneficiosos, entre los cuales destacan los siguientes:

- Las plantaciones evitan la erosión superficial tanto hídrica como eólica, que puede ocasionar la ruina del talud en el largo plazo.
- La absorción de agua por las raíces de las plantas produce un drenaje de las capas superficiales del terreno.
- Las raíces de las plantas aumentan la resistencia al esfuerzo cortante en la zona del suelo que ocupan.

Para sembrar en taludes se emplean hierbas, arbustos y árboles, privilegiando especies capaces de adaptarse a las condiciones a las que van a estar sometidos (climas, tipo de suelo, presencia de agua, etc.); suelen convenir especies de raíces profundas y de alto grado de transpiración, lo que indica un mayor consumo de agua. Generalmente la colonización vegetal de un talud se hace por etapas, comenzando por la hierba y terminando por los árboles.

Es conveniente no dejar un talud muy plano, sino con salientes que sirvan de soporte, así cuando más tendido sea un talud resultará más fácil que retenga la humedad. Para mantener una cubierta vegetal es más favorable un terraplén que un desmonte.

Los suelos arenosos y areno-arcillosos son ventajosos para un rápido crecimiento de la hierba. Las arcillas duras son inadecuadas a menos que se añadan aditivos o se are el terreno. Cuando la proporción de limo más arcilla es superior al 20% se puede esperar un crecimiento satisfactorio, pero si es inferior al 5% el establecimiento y mantenimiento de la hierba resultarán difíciles.

PARA ZONAS DE FLUJOS Y CÁRCAVAS

Las erosiones en cárcavas generan abundantes materiales sueltos que son llevados a los cauces de las quebradas. Muchos de estos cauces tienen suficiente material como para la generación de flujos.

Las zonas donde existen cárcavas de gran longitud y presenten un desarrollo irreversible, donde no se pueden corregir con labores de cultivo, se debe prohibir terminantemente cualquier actividad agrícola. El control físico de zonas con procesos de carcavamiento debe de ir integrado a prácticas de conservación y manejo agrícola de las laderas adyacentes por medio de:

- Regeneración de la cobertura vegetal.
- Empleo de zanjas de infiltración y desviación entre las principales.

Para el control físico del avance de cárcavas se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal, entre las que destacan:

- El desarrollo de programas de control y manejo de cárcavas sobre la base de diques o trinchos transversales construidos con materiales propios de la región como troncos, ramas, etc. (Figuras 30, 31, 32 y 33).
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo a las condiciones climáticas de la región.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ella (Figuras 34 y 35), y de esta manera asegurar su estabilidad, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzarán versus la pendiente y profundidad de los suelos. También se recomienda que las plantaciones se ubiquen al lado superior de las zanjas de infiltración, con el objetivo de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobrepastoreo, ya que deteriora y destruye la cobertura vegetal. Se debe realizar un manejo de las zonas de pastos mediante el repoblamiento de pastos nativos, empleando sistemas de pastoreo rotativo y sostenible, y finalmente evitar la quema de pajonales.
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo a las condiciones climáticas de las cuencas.

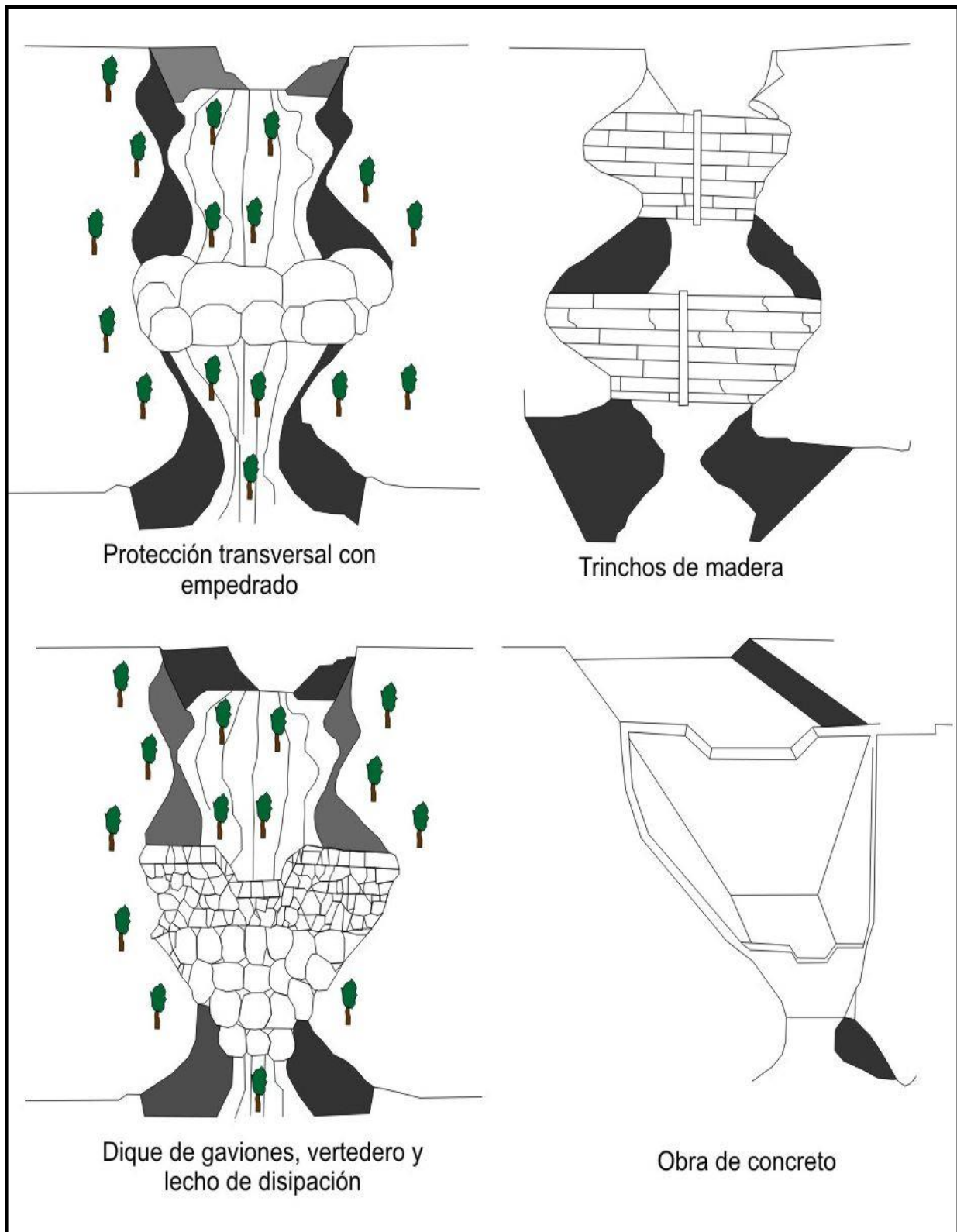


Figura 30: Obras hidráulicas transversales para el control de la erosión en cárcavas.

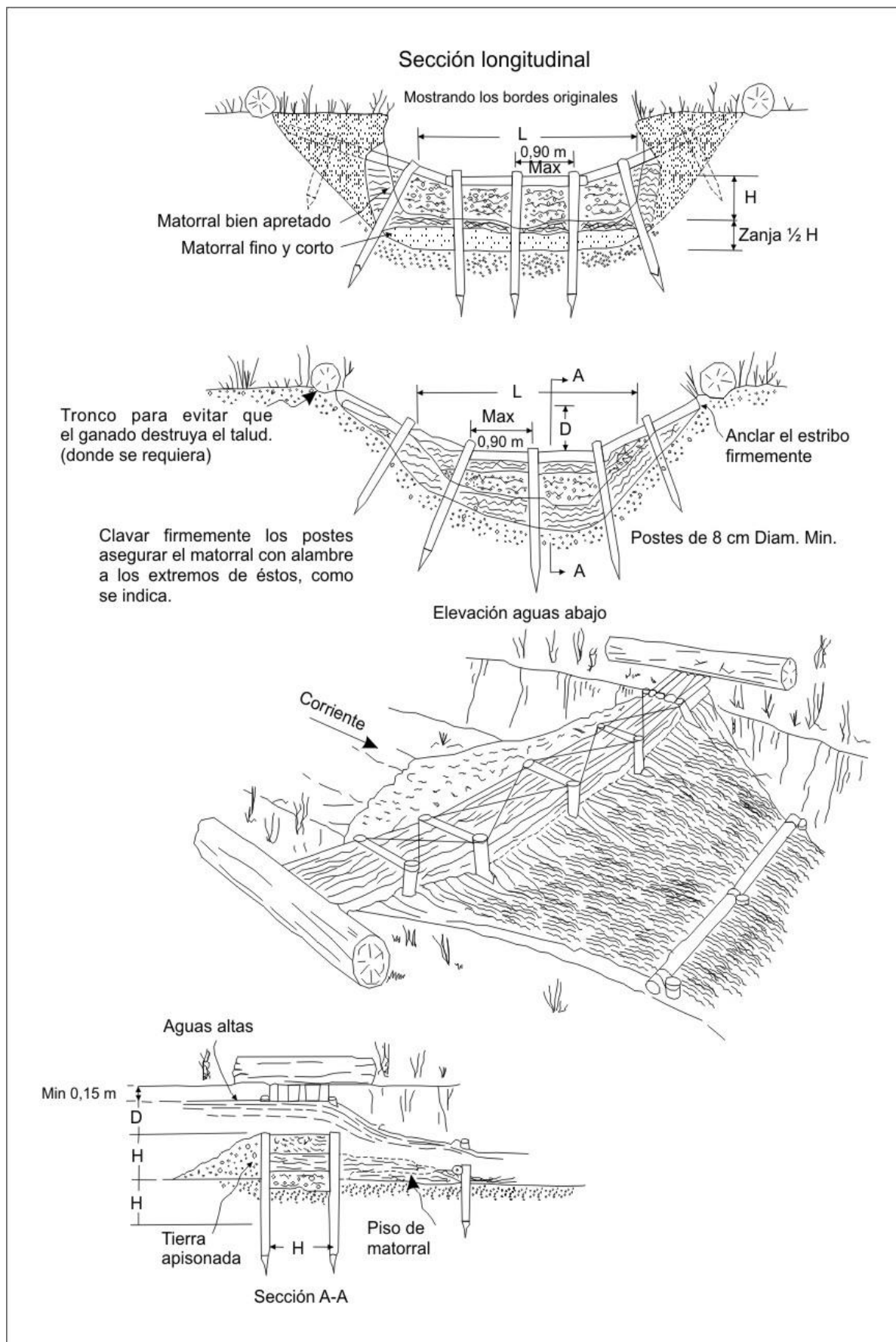


Figura 31: Trincho o presa de matorral tipo doble hilera de postes.

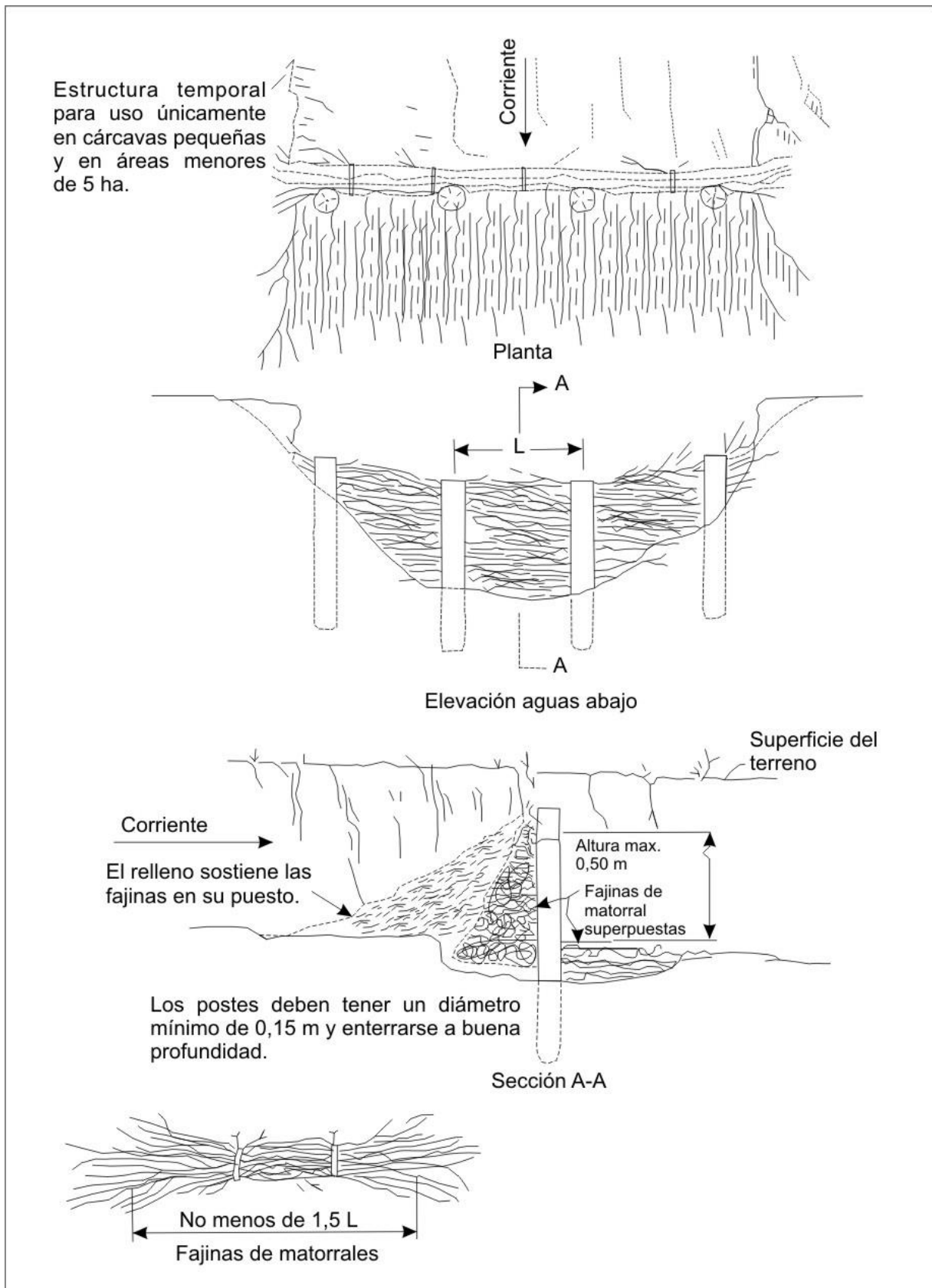


Figura 32: Trincho o presas de matorral tipo una hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964).

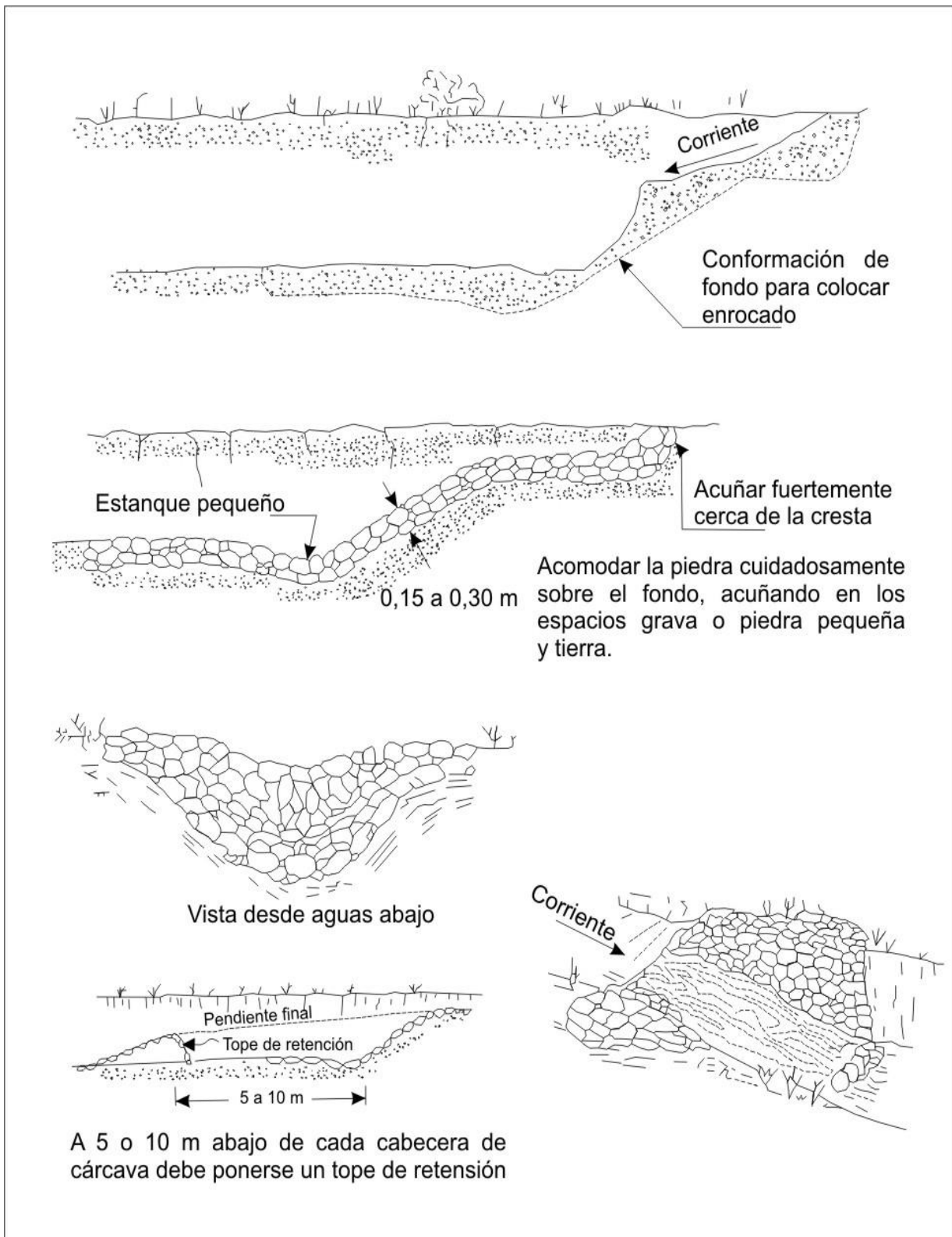


Figura 33: Trincho de piedra para cabecera de cárcava en zona de mina (adaptado de Valderrama et al., 1964).

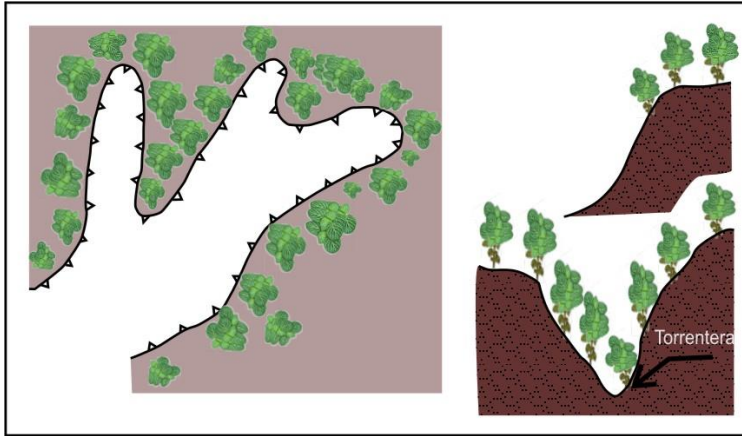


Figura 34: Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.

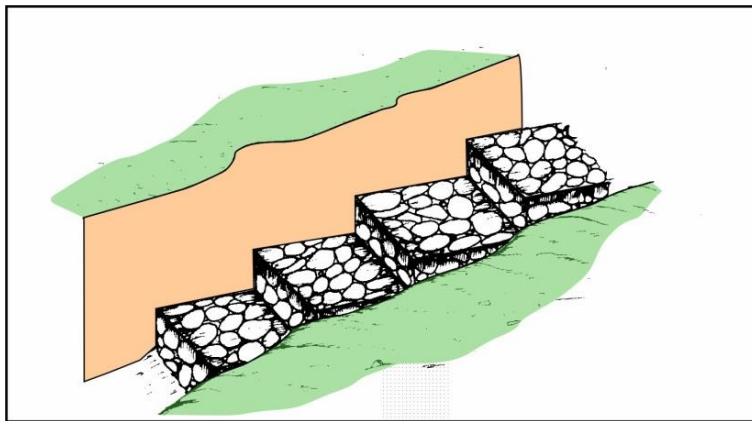


Figura 35: Protección del lecho de la quebrada con muros escalonados (andenes), utilizando bloques de roca o concreto armado.

OTRAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA DESLIZAMIENTOS Y CÁRCAVAS

El proceso de deslizamientos y cárcavas ocurre esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento del río al pie de deslizamientos, la utilización de canales sin revestir, etc. Algunas, medidas que se proponen para el manejo de estas zonas son:

- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- Los canales deben ser revestidos para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- El sistema de cultivo debe ser por surcos en contorno y conectados al sistema de drenaje, para una evacuación rápida del agua.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece a la infiltración y saturación del terreno.
- La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- En las cuencas altas se debe favorecer el cultivo de plantas que requieran poca agua y proporcionen una buena cobertura del terreno para evitar el impacto directo de la lluvia sobre el terreno.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Los tramos de carretera que cruzan cauces de quebradas, en donde se producen flujos, deben de ser protegidos por medio de gaviones para evitar los efectos de los huaycos y el socavamiento producido por avenidas en las quebradas. Los gaviones deben ser contruidos teniendo en cuenta los caudales máximos de las quebradas y deben ser cimentados a una profundidad de 1 m como mínimo.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización, en la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos, se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración a curvas de nivel con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.

- Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.

MEDIDAS PARA EL MANEJO DE SUB CUENCAS CON LECHOS FLUVIALES SECOS

En la región, existen lechos fluviales y quebradas secas, que corresponden a quebradas de régimen temporal, sub cuencas con presencia de huaycos periódicos a excepcionales, con pendientes medias a fuertes; los cuales pueden transportar volúmenes importantes de sedimentos gruesos y finos. Con el propósito de propiciar la fijación de los sedimentos en tránsito y de minimizar el transporte fluvial, es preciso aplicar en los casos que sea posible, las medidas que se proponen a continuación:

- Encauzamiento del canal principal de los lechos fluviales secos, con remoción selectiva de los materiales gruesos, que pueden ser utilizados en los enrocados y/o espigones para controlar las corrientes (Figura 36).
- Propiciar la formación y desarrollo de bosques ribereños con especies nativas para estabilizar los lechos.
- La construcción de obras e infraestructuras que crucen estos cauces secos deben construirse con diseños que tengan en cuenta las máxima crecidas registradas, que permitan el libre paso de huaycos, evitándose obstrucciones y represamientos, con posteriores desembalses más violentos.
- Realizar la construcción de presas de sedimentación escalonada para controlar las fuerzas de arrastre de las corrientes de cursos de quebradas que acarrear grandes cantidades de sedimentos durante periodos de lluvia excepcional, cuya finalidad es reducir el transporte de sedimentos gruesos (Figura 37).
- Evitar en lo posible la utilización del lecho fluvial como terreno de cultivo que permita el libre discurrir de los flujos hídricos.
- Encauzamiento y dragado de lechos fluviales secos que se activan durante periodos de lluvia excepcional (Fenómeno de El Niño), que permitan el libre discurrir de crecidas violentas provenientes de la cuenca media y alta.

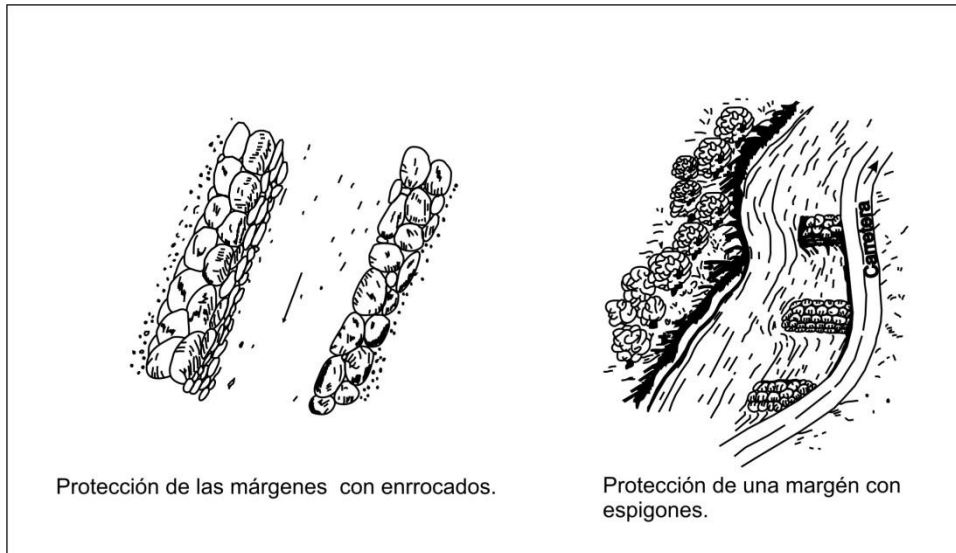
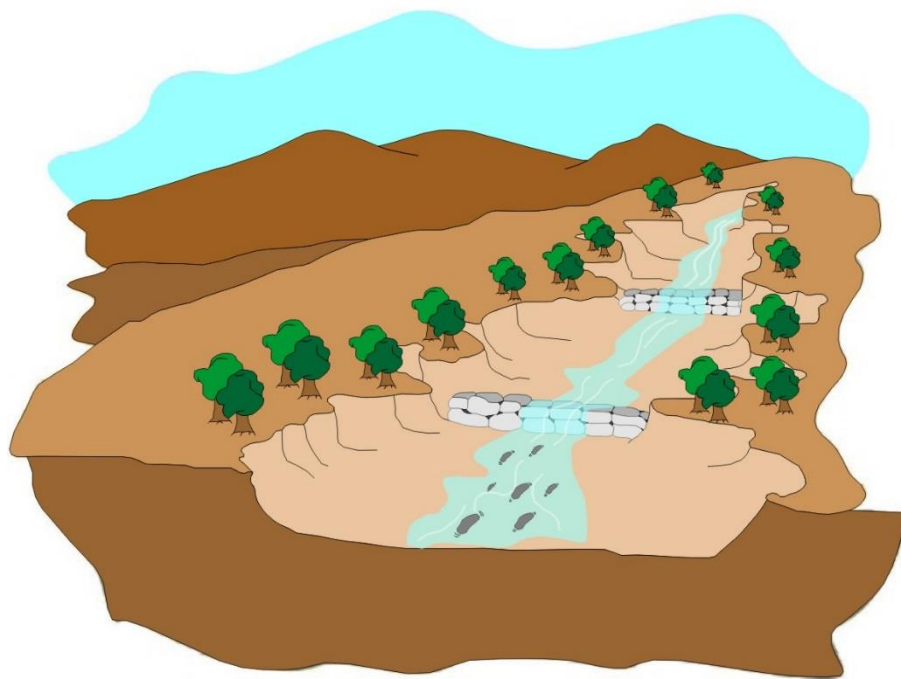


Figura 36: Protección de márgenes con enrocados, espigones y siembra de bosques ribereños.



Construcción de presas transversales en cauces de quebradas, y propiciar el crecimiento de bosques ribereños.

Figura 37: Presas transversales a cursos de quebradas.

ANEXO 2: MAPAS

- Mapa 1: Zonas Críticas con la presencia del Niño Costero en la región Piura.
- Mapas 2: Susceptibilidad a inundaciones fluviales en la región Piura.
- Mapa 3: Susceptibilidad a movimientos en masa en la región Piura.