

Informe Técnico N° A6765

**EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS
AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LA
REGIÓN PIURA**



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

Agosto, 2017

EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LA REGIÓN PIURA

INDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. ANTECEDENTES.....	6
2.1 TRABAJOS GEOLÓGICOS ANTERIORES.....	8
3. EVALUACIÓN DE EFECTOS DEL NIÑO COSTERO POR TIPOS DE PELIGRO GEOLÓGICO	
3.1 GENERALIDADES.....	12
3.2 CUADROS SÍNTESIS DE PELIGROS GEOLÓGICOS QUE AFECTARON POBLACIONES, INFRAESTRUCTURA Y ÁREAS DE CULTIVO	16
SECTOR 2A: Piura (Provincias de Sullana y Ayabaca).....	17
(Por: Freddy Jaimes Salcedo & Yuly Mamani Pachari)	
SECTOR 2B: Piura (Provincias de Sechura, Piura,.....	29
Morropón y Huancabamba) (Por: Manuel Vilchez & Norma Sosa)	
SECTOR 1B: Piura (Provincias de Paita y Talara).....	50
(Por: Luis Cerpa Cornejo & Juan Martínez Martínez)	
4. CONCLUSIONES.....	60
5. RECOMENDACIONES.....	65
6. BIBLIOGRAFÍA.....	68
ANEXOS	
ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS ILUSTRATIVAS.....	71
ANEXO 2: MEDIDAS CORRECTIVAS.....	85
ANEXO 3: FIGURAS Y MAPAS.....	105

RESUMEN

La región Piura con una extensión territorial de 35 892 km² se ubica en la zona noroeste de Perú; ocupa zonas de pampa costanera y la Cordillera Occidental andina y destacan tres valles principales: los ríos Piura y Chira y Huancabamba.

Por su ubicación geográfica Piura está expuesta a fuertes lluvias estacionales (enero a marzo), principalmente en las cuencas media-altas. Esta condición climática cambia cuando se presenta el fenómeno El Niño, donde las lluvias se producen en toda la región, incluyendo la zona costera. El último evento El Niño 1997-1998, estuvo acompañado causó cuantiosas pérdidas económicas al Perú, principalmente por inundaciones fluviales, erosión de riberas y activación de quebradas por la cuales discurrieron flujos de detritos (huaicos). En la región después de 19 años, se presentó un evento excepcional denominado “Niño Costero”; percibido en la primera quincena del mes de enero (“Niño Costero débil”); pero a inicios del mes de marzo se declara la ocurrencia de un “Niño Costero moderado” acompañado con fuertes lluvias en las zonas medias y bajas de las regiones Tumbes, Piura y Lambayeque, declinando su actividad a fines de abril. En Piura se registraron 18 996 damnificados, 225,492 afectados y 2 250 viviendas colapsadas.

Ante esta problemática de desastre nacional, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico a través de la Dirección de Geología Ambiental realizó la evaluación geológica sobre los efectos de “El Niño Costero” 2017, en la región Piura. El trabajo fue realizado geólogos especialistas en riesgo geológico, durante 90 días de trabajo de campo (tres brigadas) y consistió en: el cartografiado de peligros geológicos (escala a semidetalle) que afectaron centros poblados, carreteras y obras de infraestructura (reservorios, puentes, canales, bocatomas, etc.), la identificación de zonas críticas ante dichos eventos, con el objetivo de definir cuáles son las medidas correctivas generales a tomar en cuenta para la futura reconstrucción que emprenderá la Autoridad Nacional para la Reconstrucción con Cambios.

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 y 119 por deslizamientos o derrumbes); 193 ocurrencias de peligros hidrometeorológicos (81 zonas inundadas y 112 afectadas por erosión fluvial). Estos peligros afectaron en diferente intensidad a centros poblados, carreteras y obras de infraestructura. Así 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.

El presente estudio con información geológica y geodinámica para la Gestión del Riesgo de Desastres, contiene mapas que muestran las zonas afectadas (poblados, carreteras u obras de infraestructura) según el tipo de evento causado por el fenómeno de El Niño Costero en la región Piura. Se emiten conclusiones y recomendaciones generales que deben ser tomadas en cuenta en los trabajos de reconstrucción que se llevaran a cabo en la región Piura. Así mismo es importante mencionar que algunos sectores identificados en este estudio requieren de estudios de detalle, para poder definir adecuadamente las obras de prevención o mitigación a nivel de diseño e ingeniería, trabajos que se están realizando y se entregarán oportunamente.

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 iniciar los trabajos, de nuestra competencia, lo más pronto posible. Disponiendo la realización de evaluaciones geológicas en las zonas afectadas por este evento meteorológico. Para ello designó dos brigadas de dos geólogos por cada región afectada (Tumbes, Piura, Lambayeque-Cajamarca; La Libertad-Cajamarca, Ancash, Ica y Lima provincias) para identificar, evaluar y analizar las zonas desde el punto de vista geológico-geomorfológico, los tipos de procesos geodinámicos y geo-hidrológicos que sucedieron como resultado de las fuertes precipitaciones pluviales y el incremento del caudal de los ríos y quebradas, causantes principales 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, Sapiylla, 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. y 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 reporte, es un avance de un informe completo que se encuentra en proceso, que sirva de orientación en los trabajos y proyectos que emprenderá la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, como resultado de nuestros trabajos de campo y gabinete, la cual se pone a disposición, así como a los Ministerios de Vivienda y Construcción, Transportes y Comunicaciones, Defensa, Agricultura, Educación y Salud, Autoridad Nacional del Agua (ANA), Gobiernos Regionales e instituciones del SINAGERD.

2. ANTECEDENTES

El Niño Costero manifiesto en la costa peruana se registró con fuertes lluvias desde fines 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 intensidad y magnitud de las precipitaciones pluviales no se registraba 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 (Ejm. 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, a este evento se denominó “Niño Costero”.

La evolución de este evento frente a las costas del Perú, puede ser visto en los comunicados oficiales proporcionados por el comité multisectorial encargado del “Estudio Nacional del Fenómeno el Niño” (ENFEN):

- En un primer comunicado del 16 de enero, 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 ocurrencia de un “Niño Costero débil” en un 30%.
- 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.
- Un tercer comunicado el 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.
- Esta condición cambia a 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, especialmente 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, que causó 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 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 de Tambogrande, en la localidad de 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 junio, 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 condicionantes principales 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 los 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):

- 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. Asimismo.
- El “**Estudio Geoambiental de la cuenca del río Catamayo-Chira**” (Vilchez *et al.*, 2006) evaluó la susceptibilidad a los movimientos en masa, peligros geohidrológicos 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 geohidrológicos 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 hidrometeorológicos (inundación fluvial, erosión fluvial, etc.) y 225 sectores afectados por otros peligros geológicos (erosión de ladera, arenamiento, etc.) (Vilchez *et al.*, 2013).
- En el informe técnico “**Zonas críticas por peligros geológicos en la región Piura-informe preliminar**” (Vilchez *et al.*, 2009) y el estudio de “**Riesgo geológico en la región Piura**” (Vilchez *et al.*, 2013), se identificaron “zonas críticas”, donde se resalta las áreas o lugares, que luego del análisis de los peligros geológicos identificados y la vulnerabilidad a la que están expuestas tanto infraestructura, carreteras y centros poblados a estos peligros, se consideran con peligro potencial de generar desastres, y que necesitan que se realicen obras de prevención y/o mitigación.

<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 acarrearán flujos de detritos pequeños y cortan la plataforma de la carretera en los tramos donde la interceptan. La quebrada Carhuanchu 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.</p> <p>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 Pusmalca, 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>19</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 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 Higuérón, 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>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 controlar los procesos de socavación y pérdida de terreno. Reubicar viviendas ubicadas dentro y cerca de zonas inestables o afectadas por deslizamientos. Contar con maquinaria pesada a disposición, que permita una rápida rehabilitación de los tramos de carretera afectados.</p>
<p>Carretera Morropón Huancabamba</p> <p>(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 ambos 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</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</p>

	carretera e inundar terrenos de cultivo ubicados en sus terrazas.	cerca de cauces de torrenteras secas.
Carretera Morropón Huancabamba, entre Lindero del Ala y Hualas (Buenos Aires) 36	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. Puede resultar afectada la carretera, por tramos. El río Piura puede erosionar las bases del talud inferior de la plataforma de la carretera.	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.
Carretera Morropón Huancabamba, entre Malacasi y Serrán (Buenos Aires) 37	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. 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.	Mejorar las defensas ribereñas en las zonas señaladas, 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	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	Mejorar defensas ribereñas en las zonas donde inciden las

- 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 desplaza 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 (Hungr, 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 (Hungr et al., 2001).
- Flujo de tierra (*Earth flow*): Es un movimiento intermitente, rápido o lento, de suelo arcilloso plástico (Hungr 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 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 discurran 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 ha identificado:

a.- Erosión fluvial: Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos, socavando los valles, profundizándolos, ensanchándolos y alargándolos (Davila, 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).

3.2 CUADROS SÍNTESIS DE PELIGROS GEOLÓGICOS QUE AFECTARON POBLACIONES, INFRAESTRUCTURA Y ÁREAS DE CULTIVO

Se presenta en las siguientes páginas cuadros resúmenes donde se describe una síntesis de los peligros identificados en los tres sectores de trabajo en los que fue dividida la región Piura debido a su gran extensión territorial (figura 1).

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 ha resultó afectada y dentro de estos se diferencia también el tipo de peligro o tipología el cual que causó o generó los daños.

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 de 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 3.1 al 3.3, 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 3.1: Centros poblados afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CODIGO	CENTROS POBLADOS	PROVINCIA	REGIÓN	NUMERO	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	2A-01	El Alamor	Sullana	Piura	6	Reubicación	Inundación en ambas márgenes del río Alamor.
	2A-02	Chaylo	Sullana	Piura		Reubicación	Erosión de ribera e inundación de viviendas.
	2A-03	Hacienda Locuto	Piura	Piura		Rehabilitación	Erosión de ribera e inundación de terrenos de cultivo.
	2A-04	Tambogrande	Piura	Piura		Rehabilitación	Erosión de ribera e inundación de calles.
	2A-05	Sullana ciudad	Sullana	Piura		Rehabilitación	Incremento de agua al río Chira.
	2A-06	Sullana	Sullana	Piura		Reubicación	Ingreso de agua a viviendas de la margen izquierda del río Chira.
FLUJOS (HUAICOS, DE LODO U OTROS)	2A-07	Yanacones - Cieneguilla Sur	Sullana	Piura	21	Rehabilitación	Obstrucción de canal de alcantarilla. Carretera Piura - Sullana Km 1030 +- 082.
	2A-08	Yanacones	Sullana	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de pista asfaltada.
	2A-09	Palmeras	Sullana	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de pista asfaltada.
	2A-10	Santa Elena	Sullana	Piura		Rehabilitación	Colmatación con flujo de detritos.
	2A-11	Hacienda Poechos	Sullana	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de pista asfaltada.

	2A-12	Nueva Esperanza - Sauce	Sullana	Piura	14	Rehabilitación	Obstrucción de pista asfaltada.
	2A-13	Martínez	Sullana	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de pista asfaltada.
	2A-14	Peña Blanca	Sullana	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de pista asfaltada.
	2A-15	Peña Blanca	Sullana	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de pista asfaltada.
	2A-16	Venados	Sullana	Piura		Rehabilitación	Colapso de canal y aislamiento de puente.
	2A-17	Cerezal	Sullana	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de pista asfaltada.
	2A-18	Huasimal	Sullana	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de pista asfaltada.
	2A-19	Orquetas	Sullana	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de carretera afirmada.
	2A-20	San Francisco	Sullana	Piura		Rehabilitación	Carretera Obstruida.
	2A-21	Santa Rosa El Salto	Piura	Piura		Rehabilitación	Flujo de detritos, colmatación de quebrada.
	2A-22	Tupac Yupanqui	Piura	Piura		Rehabilitación	Flujo de detritos, colmatación de quebrada.
	2A-23	Pedregal	Piura	Piura		Rehabilitación	Flujo de detritos, colmatación de quebrada.
	2A-24	Hacienda Piedra Rajada	Piura	Piura		Rehabilitación	Flujo de detritos obstruyendo tubos de alcantarilla.
	2A-25	Tongal	Piura	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de carretera por flujo de detritos.
	2A-26	Pampa Elera	Piura	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de carretera por flujo de detritos.
	2A-27	Sullana	Sullana	Piura		Rehabilitación	Obstrucción de alcantarillado de puente.
	EROSIÓN FLUVIAL	2A-28	La Orca	Sullana		Piura	Rehabilitación
2A-29		Hacienda San Agustín	Sullana	Piura	Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.	
2A-30		Puente los Serranos	Sullana	Piura	Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.	
2A-31		Pueblo Nuevo Santa Cruz	Sullana	Piura	Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.	

	2A-32	Querocotillo	Sullana	Piura		Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-33	Querocotillo	Sullana	Piura		Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-34	Querocotillo	Sullana	Piura		Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-35	Pueblo Nuevo Santa Cruz	Sullana	Piura		Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-36	Hacienda San Agustín	Sullana	Piura		Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-37	Marán	Sullana	Piura		Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-38	Chipillico	Piura	Piura		Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-39	Chirinos	Ayabaca	Piura		Rehabilitación	Erosión de ribera y pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-40	Cirhuela	Ayabaca	Piura		Reubicación	Ingreso de agua a viviendas de la margen izquierda.
	2A-41	Sullana	Sullana	Piura		Reubicación	Inundación de ambas márgenes.
DESlizamientos, CAÍDA DE ROCAS U OTROS	2A-42	Tierra Colorada	Ayabaca	Piura	1	Rehabilitación	Entierro parcial de la parte posterior de colegio de la zona.
INUNDACIÓN PLUVIAL	2A-43	Los Encuentros	Sullana	Piura	3	Reconstrucción	Inundación de casas.
	2A-44	Encuentros	Sullana	Piura		Reconstrucción	Flujo de detritos e inundación.
	2A-45	Rancho Palo Verde	Piura	Piura		Reconstrucción	

Cuadro 3.2: Tramos carreteros afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CODIGO	CARRETERA	TRAMO DE CARRETERA	LONGITUD AFECTADA (Km)	REGION	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	2A-46	Carretera Sullana - Huasimal	Sector Pilares	0.04	Piura	Rehabilitación	Colmatación con flujos de detritos provenientes de quebrada e inundación.
	2A-47	Carretera Sullana - Huasimal	Sectores Gramadal - Cerezal	0.09	Piura	Rehabilitación	Colmatación con flujos de detritos provenientes de quebrada e inundación.
	2A-48	Carretera Camarones - Briones	Sector Camarones	0.04	Piura	Rehabilitación	Colmatación con flujos de detritos provenientes de quebrada e inundación.
	2A-49	Carretera Briones - laguna Larga	Sector El Garrotazo	0.34	Piura	Rehabilitación	Colmatación con flujos de detritos provenientes de quebrada e inundación.
	2A-50	Carretera Briones - El Alumbre	Sector Alumbre	0.16	Piura	Rehabilitación	Colmatación con flujos de detritos provenientes de quebrada e inundación.
	2A-51	Carretera Sullana - Chilaco	Sector de Hacienda Chilaco	0.06	Piura	Rehabilitación	Colmatación con flujos de detritos provenientes de quebrada e inundación.
	2A-52	Carretera Tambo Grande - Represa San Lorenzo	Quebrada Honda	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de carretera e inundación parcial.
FLUJOS (HUAICOS, DE LODO U OTROS)	2A-53	Carretera Las Lomas - Paimas	Quebrada La Saucha (Paimas)	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
	2A-54	Carretera Las Lomas - Paimas	Higuerón (Paimas)	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
	2A-55	Carretera Las Lomas - Paimas	Quebrada Culqui (Paimas)	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
	2A-56	Carretera Paimas - Ayabaca	Quebrada Sanchaya (Ayabaca)	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
	2A-57	Carretera Paimas - Ayabaca	Arrepite Bajo (Ayabaca)	0.015	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.

	2A-58	Carretera Paimas - Ayabaca	Arrepite Bajo (Ayabaca)	0.025	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía y erosión de carretera.
	2A-59	Carretera Paimas - Ayabaca	Este de Puente Tondopa	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
	2A-60	Carretera Paimas - Ayabaca	Quebrada Buenos Aires, Zamba	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía y badén a punto de colapsar.
	2A-61	Carretera Las Lomas - Paimas	Minas de Jambur	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
	2A-62	Carretera Suyo - Zapallal	Quebrada Suyo	0.01	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía y cuneta.
	2A-63	Carretera Suyo - Zapallal	Quebrada Las Armas	0.02	Piura	Rehabilitación	Interrupción de vía.
	2A-64	Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera)	Quebrada el Almendro	0.02	Piura	Rehabilitación	Interrupción de vía.
	2A-65	Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera)	Las Monjas	0.1	Piura	Rehabilitación	Interrupción de vía.
	2A-66	Carretera Morropón - Chalaco	Margen izquierda rio Los Gailegas	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-67	Carretera Morropón - Chalaco	Paltashaco	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.

EROSIÓN FLUVIAL	2A-68	Carretera La Bocana - Las Lomas	Tramo quebrada Montesillo	0.36	Piura	Rehabilitación	Colapso de carretera por erosión de ribera.
	2A-69	Cacaturu - Miraflores	Sector de Miraflores	0.02	Piura	Reconstrucción	Baden erosionado y roto por el río.
	2A-70	Carretera Tambo Grande - Represa San Lorenzo	Qda San Francisco	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de carretera y pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-71	Carretera Las Lomas - Paimas	Paraje Grande (río Quiroz)	0.1	Piura	Reconstrucción	Colapso de plataforma de vía 100 m.
	2A-72	Carretera Las Lomas - Paimas	Pte Quiroz	0.1	Piura	Reconstrucción	Puente carrozable y peatonal aislado en la margen izquierda por nuevo cauce.
	2A-73	Carretera Suyo - Zapallal	Confluencia Quebradas Cruz Roja y Suyo	0.01	Piura	Rehabilitación	Pérdida e inundación de terrenos de cultivo.
	2A-74	Carretera Suyo - Zapallal	Santa Rosa	0.1	Piura	Rehabilitación	Perdida e inundación de terrenos de cultivo.
	2A-75	Carretera Suyo - Zapallal	Quebrada Suyo	0.1	Piura	Rehabilitación	Perdida e inundación de terrenos de cultivo.
	2A-76	Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera)	Carretera margen izq. río Quiroz	0.05	Piura	Rehabilitación	Interrupción de vía.
	2A-77	Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera)	Quebrada Santa Rosa	0.03	Piura	Rehabilitación	Interrupción de vía y colapso de badén.
	2A-78	Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera)	Carretera a Surpampa	0.05	Piura	Rehabilitación	Interrupción de vía y colapso de badén.
	2A-79	Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera)	Surpampa	0.05	Piura	Rehabilitación	Interrupción de vía.

	2A-80	Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera)	rio Calvas (Frontera Perú - Ecuador)		Piura	Rehabilitación	Pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-81	Margen Izquierda río Chira	Sullana ciudad, margen izquierda río Chira	0.5	Piura	Rehabilitación	Pérdida de terrenos de cultivo.
	2A-82	Margen derecha de río Piura	Margen derecha río Piura (San Juan de Curumuy)	1	Piura	Rehabilitación	Perdida de terrenos de cultivo.
	2A-83	Margen derecha de río Piura	Margen derecha río Piura (El Molino)	1	Piura	Rehabilitación	Perdida de terrenos de cultivo e inundación.
	2A-84	Margen derecha de río Piura	Margen derecha río Piura (La Palma)	0.5	Piura	Rehabilitación	Perdida de terrenos de cultivo e inundación.
	2A-85	Puente Sullana	Puente Sullana	0.5	Piura	Rehabilitación	Inundación de las planicies de la margen derecha.
	2A-86	Puente Sullana	Puente Sullana	1	Piura	Rehabilitación	Inundación de las planicies de la margen derecha.
DESIZAMIENTOS, CAÍDA DE ROCAS U OTROS	2A-87	Carretera Las Lomas - Suyo	Sector La Puerta	0.02	Piura	Rehabilitación	Caída de rocas con obstrucción de vía.
	2A-88	Carretera Las Lomas - Suyo	Sector Palo Blanco	0.03	Piura	Rehabilitación	Caída de rocas con obstrucción de vía.
	2A-89	Carretera Las Lomas - Suyo	Sector El Guineo	0.04	Piura	Rehabilitación	Caída de rocas con obstrucción de vía.
	2A-90	Carretera Cachaquitos - La Tina	Sector Cachaquito	0.06	Piura	Rehabilitación	Obstrucción parcial de vía.
	2A-91	Carretera puente fronterizo La Tina	Sector Hacienda La Tina	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción parcial de vía.
	2A-92	Carretera Las Lomas - Paimas	Culqui (Paimas)	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía y cuneta

2A-93	Carretera Paimas - Ayabaca	Arrepite Alto (Ayabaca)	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
2A-94	Carretera Paimas - Ayabaca	Arrepite Alto (Ayabaca)	0.01	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
2A-95	Carretera Paimas - Ayabaca	Quebrada Sausal (Ayabaca)	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
2A-96	Carretera Paimas - Ayabaca	Arrepite Bajo (Ayabaca)	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
2A-97	Carretera Paimas - Ayabaca	Arrepite Bajo - rio Quiroz	0.08	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
2A-98	Carretera Paimas - Ayabaca	Arrepite Bajo (Ayabaca)	0.01	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
2A-99	Carretera Paimas - Ayabaca	Carretera Ayabaca - Paimas	0.5	Piura	Rehabilitación	Colapso de plataforma de carretera.
2A-100	Carretera Paimas - Ayabaca	Carretera Ayabaca - Paimas	0.02	Piura	Rehabilitación	Colapso de plataforma de carretera.
2A-101	Carretera Paimas - Montero	Carretera Paimas - Montero	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
2A-102	Carretera Suyo - Vado Limón (Frontera)	Vado Limón	0.5	Piura	Rehabilitación	Pérdida de terrenos de cultivo.
2A-103	Carretera Morropón- Chalaco	Paltashaco	0.015	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.
2A-104	Carretera Morropón - Chalaco	Paltashaco (carretera)	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
2A-105	Carretera Chalaco - Paimas	Carretera Chalaco - Paimas	0.1	Piura	Reconstrucción	Colapso de vía 200 m.
2A-106	Carretera Chalaco - Pacaipampa	Carretera Paltashaco - Pacaipampa	0.3	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.

	2A-107	Carretera Chalaco - Pacaipampa	Carretera Paltashaco - Pacaipampa (Lanchepampa)	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-108	Carretera Chalaco - Pacaipampa	Carretera Paltashaco - Pacaipampa (puente río Claro)	1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-109	Carretera Chalaco - Pacaipampa	Carretera Paltashaco - Pacaipampa (Lanchi)	0.2	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-110	Carretera Chalaco - Pacaipampa	Carretera Paltashaco - Pacaipampa (puente el Cura)	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-111	Carretera Chalaco - Pacaipampa	Carretera Paltashaco - Pacaipampa	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-112	Carretera Chalaco - Pacaipampa	Carretera Paltashaco - Pacaipampa (La Cofradía)	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-113	Carretera Chalaco - Pacaipampa	Pacaipampa	0.1	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-114	Carretera Pacaipampa - Ayabaca PE- 3N	Carretera Pacaipampa - Ayabaca	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía
	2A-115	Carretera Pacaipampa - Ayabaca PE- 3N	Carretera Pacaipampa - Ayabaca	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.

	2A-116	Carretera Pacaipampa - Ayabaca	Carretera Pacaipampa - Ayabaca	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-117	Carretera Pacaipampa - Ayabaca	Carretera Pacaipampa - Ayabaca (Pacainio)	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-118	Carretera Ayabaca - Socchabamba	Carretera norte de Ayabaca	0.02	Piura	Rehabilitación	Vía resquebrajada.
	2A-119	Carretera Ayabaca - Socchabamba	Carretera norte de Ayabaca	0.01	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-120	Carretera Ayabaca - Socchabamba	Carretera norte de Ayabaca	0.01	Piura	Rehabilitación	Vía resquebrajada.
	2A-121	Carretera Ayabaca - Socchabamba	Carretera norte de Ayabaca	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción total de vía.
	2A-122	Carretera Ayabaca - Socchabamba	Carretera norte de Ayabaca (Yacupampa)	0.1	Piura	Rehabilitación	Vía resquebrajada
	2A-123	Carretera Ayabaca - Montero	Carretera Ayabaca - Paimas (Los Molinos)	0.05	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de vía.

Cuadro 3.3: Obras de infraestructura afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CODIGO	INFRAESTRUCTURA	DISTRITO	PROVINCIA	REGIÓN	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	2A-124	Puente	Las Lomas	Piura	Piura	Rehabilitación	Inundación de ribera en la margen derecha del sector Palo Blanco.
	2A-125	Puente Quiróz	Suyo	Ayabaca	Piura	Rehabilitación	Inundación de ribera de la margen derecha del sector de Puente Quiroz – Almendro.
	2A-126	Puente Suyo	Suyo	Ayabaca	Piura	Reubicación	Inundación en la margen derecha; afectó algunas viviendas que deben ser reubicadas.
FLUJOS (HUAICOS, DE LODO U OTROS)	2A-127	Puente	Paimas	Ayabaca	Piura	Rehabilitación	Colmatación con flujos de detritos.
	2A-128	Puente	Suyo	Ayabaca	Piura	Rehabilitación	Colmatación con flujos de detritos.
	2A-129	Puente	Suyo	Ayabaca	Piura	Rehabilitación	Colmatación con flujos de detritos.
	2A-130	Puente	Tambogrande	Piura	Piura	Reconstrucción	Colapso de puente badén e inundación de viviendas, se recomienda la construcción de un nuevo puente con más luz.
EROSIÓN FLUVIAL	2A-131	Puente	Sullana	Sullana	Piura	Reconstrucción	Puente aislado por incremento de ancho de río.
	2A-132	Puente	Pueblo Nuevo de Romero	Sullana	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de alcantarillas por flujo de detritos.
	2A-133	Puente	Chipillico	Piura	Piura	Reconstrucción	Puente aislado por incremento de ancho del río.
	2A-134	Puente	La Puerta	Piura	Piura	Rehabilitación	Acumulación de flujo de detritos en cauce.
	2A-135	Puente	Hacienda Progreso	Piura	Piura	Rehabilitación	Acumulación de flujo de detritos en cauce.
	2A-136	Puente Internacional	Suyo	Ayabaca	Piura	Rehabilitación	Erosión de ribera, obstrucción de carretera e inundación.

	2A-137	Puente	Tambogrande	Piura	Piura	Rehabilitación	Erosión de ribera y erosión de las partes laterales de los estribos del puente
	2A-138	Puente	Tambogrande	Piura	Piura	Rehabilitación	Erosión de ribera y erosión de las partes laterales de los estribos del puente.
	2A-139	Puente	Las Lomas	Piura	Piura	Rehabilitación	Perdida de terrenos e inundación (no se observan daños en Puente).
	2A-140	Puente	Lagunas	Ayabaca	Piura	Rehabilitación	Peligro de colapso de puente.
	2A-141	Puente	Paimas	Ayabaca	Piura	Rehabilitación	Socavamiento de estribos de puente e inundación parcial de vivienda.
	2A-142	Puente	Suyo	Ayabaca	Piura	Rehabilitación	Socavamiento de estribos de puente.
DESlizamientos, CAÍDA DE ROCAS U OTROS	2A-143	Canal de regadío	Tambogrande	Piura	Piura	Reconstrucción	Deslizamiento y caída de estructura de revestimiento de canal, urge reconstrucción.
INUNDACIÓN PLUVIAL	2A-144	Represa Poechos	Pelados	Sullana	Piura	Rehabilitación	Inundación por incremento de volumen de agua de represa Poechos.
	2A-145	Represa San Lorenzo	Villa Militar	Piura	Piura	Rehabilitación	Inundación de terrenos de cultivo cerca a bocatoma.
	2A-146	Represa/Reservorio	Tambo Grande	Piura	Piura		Dique de Represa San Lorenzo Aumento del caudal al río Piura.

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 3.1 al 3.4, 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, un código que expresa la zona evaluada, seguido de un número correlativo, el nombre del sector o lugar (centro poblado, carretera u otra infraestructura), provincia y región, la acción recomendada y algunas observaciones u comentarios de cada una de ellas.

Cuadro 3.4: Centros poblados afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	PROVINCIA	REGIÓN	NUMERO	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	2B-001	Simbila	Piura	Piura	22	Rehabilitación	Afectó viviendas, calles y centros recreativos.
	2B-002	Viduque	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles.
	2B-003	Pueblo Nuevo	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles.
	2B-004	Catacaos	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas, infraestructura pública y calles. (foto 1)
	2B-005	San Jorge	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles.
	2B-006	Monte Zullón	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles.
	2B-007	Rinconada	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles.
	2B-008	Narihualá	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles.
	2B-009	Pedregal Chico	Piura	Piura		Reconstrucción	Destruyó viviendas de adobe y carrizo (foto 2).
	2B-010	Pedregal Grande	Piura	Piura		Reconstrucción	Destruyó viviendas de adobe y carrizo (foto 3).
	2B-011	Pedregal	Piura	Piura		Reconstrucción	Destruyó viviendas de adobe y carrizo (foto 4).
	2B-012	Cucungará	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles (foto 5).
	2B-013	Santa Rosa	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles.
	2B-014	Buenos Aires	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles (foto 6).

	2B-015	Pozo de Los Ramos	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles (foto 7).
	2B-016	Chato Grande	Piura	Piura		Reconstrucción	Afectó viviendas y calles.
	2B-017	Chato Chico	Piura	Piura		Reconstrucción	Afectó viviendas y calles (foto 8).
	2B-018	Piura	Piura	Piura		Reconstrucción	Afectó muchas viviendas en varias urbanizaciones, universidad y diversos edificios públicos.
	2B-019	Castilla	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó muchas viviendas en varias urbanizaciones, universidad y diversos edificios públicos.
	2B-020	Vicos	Morropón	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas y calles.
	2B-021	La Peña	Morropón	Piura		Rehabilitación	Viviendas localizadas en terrazas bajas y llanura inundable del río Sancor.
	2B-022	Pavor Viejo	Morropón	Piura		Rehabilitación	El nivel de las aguas alcanzo viviendas, pero afecto principalmente cultivos.
FLUJOS (HUAICOS, DE LODO U OTROS)	2B-023	Cumbibirá, Buenos Aires	Piura	Piura	23	Rehabilitación	Afectó viviendas y vía de acceso a los poblados.
	2B-024	Santa Rosa de Chochoya	Piura	Piura		Rehabilitación	Afectó viviendas, vía de acceso y colmato canal de riego.
	2B-025	Yapato-Tablazo	Piura	Piura		Rehabilitación	Torrenteras secas de baja pendiente se reactivaron. Afecto calles y veredas.
	2B-026	San Rafael, La Obrilla	Piura	Piura		Rehabilitación	Carcavamientos afectaron viviendas y calles.
	2B-027	Tirela	Piura	Piura		Rehabilitación	Torrenteras reactivadas, afecto viviendas, carretera y calles.
	2B-028	Chapara	Piura	Piura		Rehabilitación	Torrenteras reactivadas, afecto viviendas, carretera y calles.
	2B-029	A.H. Almirante Grau-Castilla	Piura	Piura		Reubicación	Viviendas son afectadas por los flujos de lodo.
	2B-030	Tacará	Piura	Piura		Reubicación	Quebrada El Gallo, se reactiva con lluvias intensas.
	2B-031	Huaina	Morropón	Piura		Rehabilitación	Torrentera seca reactivada.

	2B-032	Río Seco	Morropón	Piura	Rehabilitación	Afectó viviendas y vía de acceso hacia el sector de El Barranco.
	2B-033	Caserío Cerro Verde	Morropón	Piura	Rehabilitación	Afectó carretera y acceso a colegio.
	2B-034	La Matanza	Morropón	Piura	Rehabilitación	Afecta calles y viviendas localizadas en ambas márgenes de quebrada.
	2B-035	Talanquera	Morropón	Piura	Rehabilitación	Varias torrenteras acarrear flujos.
	2B-036	Maray	Morropón	Piura	Rehabilitación	Viviendas y carretera afectada con flujos bajados desde torrenteras (foto 9).
	2B-037	Pueblo Nuevo	Morropón	Piura	Rehabilitación	Viviendas construidas hacia los márgenes de quebrada fueron afectadas.
	2B-038	Maray	Morropón	Piura	Rehabilitación	Quebrada profunda acarrea flujos, es necesario colocar puente.
	2B-039	La Pilca	Morropón	Piura	Rehabilitación	Torrenteras y cárcavas por donde discurren flujos que afectan viviendas y la carretera.
	2B-040	Pedregal	Morropón	Piura	Rehabilitación	Quebrada se reactivó, los flujos erosionaron lateralmente el cauce afectando una vivienda. Viviendas localizadas dentro del cono defectivo de la quebrada.
	2B-041	Morroponsito	Morropón	Piura	Rehabilitación	Erosión afecto ambas márgenes, afecto terreno de cultivos y acceso al poblado.
	2B-042	C.P. Alan García	Morropón	Piura	Rehabilitación	Reactivación de quebrada, la cual está siendo encauzada con gaviones.
	2B-043	San Juan de Bigote	Morropón	Piura	Rehabilitación	Quebrada reactiva, flujo de detritos y agua supero la capacidad de transporte del canal y se desbordo, destruyo una vivienda e inundo hasta la plaza de armas de Bigote. También afectó carretera (foto 10).
	2B-044	C.P. San Juan	Morropón	Piura	Rehabilitación	Reforzar muros de encauzamiento de tierra de la quebrada La Tranca.
	2B-045	Locuto	Tambo Grande	Piura	Rehabilitación	Cárcavas en dunas de arena que generan flujos de lodo.

EROSIÓN FLUVIAL	2B-046	Mambluque	Morropón	Piura	2	Reconstrucción	Erosión fluvial de unos 600 m de longitud en ambas márgenes, destruyó viviendas y terrenos de cultivo (foto 11 y 12).
	2B-047	Cacerio Chihuahua	Morropón	Piura		Reconstrucción	Erosión hacia ambas márgenes del río Piura, destruyó cultivos y viviendas asentadas en la margen izquierda del río Piscan.
DESIZAMIENTOS, CAÍDA DE ROCAS U OTROS	2B-048	Yamango	Morropón	Piura	3	Reconstrucción	Derrumbes cortaron el paso por trocha carrozable hacia Huancabamba (foto 13).
	2B-049	Palambla	Huancabamba	Piura		Rehabilitación	Deslizamiento activo reactivado. Corto y produjo asentamientos en campo de futbol. Avance retrogresión puede afectar viviendas (foto 14).
	2B-050	San Miguel del Faique	Huancabamba	Piura		Reconstrucción	Deslizamiento afecto un grifo, produce el asentamiento de terrenos en la ladera; se evidencia en este sector la presencia de un flujo de tierra (foto 15).

Numero: Hace referencia a la cantidad de poblados afectados por determinado tipo de peligro, sin considerar que si fue afectado todo el poblado o solo parte de él.

Acción recomendada: Se considera de forma general tres alternativas (reconstrucción, rehabilitación y reubicación).

Cuadro 3.5: Tramos carreteros afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	CARRETERA	TRAMO DE CARRETERA	LONGITUD AFECTADA (Km)	REGION	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
FLUJOS (HUAICOS, DE LODO U OTROS)	2B-051	Carretera Catacaos-Cucungará	Sector La Campiña	0.130	Piura	Rehabilitación	Flujos de agua desbordados del río Piura por su margen izquierda afectaron vía.
	2B-052	Carretera Catacaos-Cucungará	Sector Pedregal	0.070	Piura	Rehabilitación	Flujos de agua desbordados del río Piura por su margen izquierda afectaron vía.
	2B-053	Calle Juan Velazco Alvarado-Pozo de los Ramos	Pozo de los Ramos	0.420	Piura	Rehabilitación	Flujos de agua desbordados del río Piura por su margen izquierda afectaron vía.
	2B-054	Calle Juan Velazco Alvarado-Chato Grande	Chato Grande	0.090	Piura	Rehabilitación	Flujos de agua desbordados del río Piura por su margen izquierda afectaron vía.
	2B-055	Desvío Panamericana Norte-Chato Chico	Chato Chico	0.380	Piura	Reconstrucción	Flujos de agua desbordados del río Piura por su margen izquierda afectaron vía.
	2B-056	Carretera Cumbibira-Buenos Aires	Buenos Aires	0.200	Piura	Reconstrucción	Quebrada Seca que cruza la carretera se reactivó.
	2B-057	Carretera a Sechura	km 103+200	0.100	Piura	Rehabilitación	Quebrada Seca que cruza la carretera se reactivó. Sector Becara.
	2B-058	Carretera a Sechura	km 101+900	0.170	Piura	Rehabilitación	Quebrada Seca que cruza la carretera se reactivó. Sector Becara.
	2B-059	Carretera Piura-Curumuy	Sector Cerezal	0.005	Piura	Rehabilitación	Cárcavas que acarrear flujos de lodo.
	2B-060	Carretera Piura-Curumuy	Santa Sara	0.007	Piura	Rehabilitación	Cárcavas que acarrear flujos de lodo.
	2B-061	Carretera Piura-Curumuy	Molino Viejo	0.010	Piura	Rehabilitación	Cárcavas que acarrear flujos de lodo.

2B-062	Carretera Piura-Tambo Grande	San Silvestre	0.017	Piura	Rehabilitación	Quebrada Seca que cruza la carretera se reactivó.
2B-063	Carretera Piura-Tambo Grande	Potrero Santa Beatriz	0.030	Piura	Rehabilitación	Quebrada Seca que cruza la carretera se reactivó.
2B-064	Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos	km 197+600	0.100	Piura	Reconstrucción	Caserío Cruz Blanca. Quebrada Seca que cruza la carretera se reactivó. Existía alcantarilla. (foto 16)
2B-065	Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos	km 195+000	0.066	Piura	Reconstrucción	Quebrada Seca que cruza la carretera se reactivó. (foto 17)
2B-066	Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos	km 152+973	0.024	Piura	Rehabilitación	Quebrada Seca que cruza la carretera en cuatro sectores, se reactivó.
2B-067	Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos	km 155+300	0.004	Piura	Rehabilitación	Quebrada Seca que cruza la carretera se reactivó. Sector El Virrey.
2B-068	Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos	km 155+798	0.011	Piura	Rehabilitación	Sector El Virrey. Quebrada Seca que cruza la carretera se reactivó.
2B-069	Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos	km 156+800	0.014	Piura	Rehabilitación	Sector El Virrey. Quebrada Seca que cruza la carretera se reactivó.
2B-070	Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos	km 159+770	0.013	Piura	Rehabilitación	Erosión de estribos de pontón.
2B-071	Chulucanas-La Viña-río Seco	La Viña	0.036	Piura	Rehabilitación	Torrentera seca reactivada, cruza la vía y socava el badén.
2B-072	Chulucanas-La Viña-río Seco	La Viña	0.128	Piura	Rehabilitación	Torrentera seca reactivada, cruza la vía y socava el badén.
2B-073	Chulucanas-La Viña-río Seco	Belén	0.260	Piura	Rehabilitación	Torrentera seca reactivada, cruza la vía y socava el badén.
2B-074	Chulucanas-Frías	Sector Fátima	0.130	Piura	Reconstrucción	Río Yapatera corta totalmente el tránsito hacia la zona de Chapica.

2B-075	Chulucanas-Frías	Chilique Alto	2.100	Piura	Rehabilitación	Alrededor de 17 torrenteras secas reactivadas cortan plataforma de carretera.
2B-076	Chulucanas-Frías	Quebrada Huabo	0.020	Piura	Rehabilitación	Quebrada cruza la vía y la socava.
2B-077	Chulucanas-Frías		0.030	Piura	Rehabilitación	Cárcavas y derrumbes afectan la vía.
2B-078	Chulucanas-Frías		0.025	Piura	Rehabilitación	Cárcavas y derrumbes afectan la vía.
2B-079	Chulucanas-Frías	Tucaque	2.700	Piura	Rehabilitación	Cárcavas y derrumbes afectan la vía por tramos.
2B-080	Chulucanas-Frías-Puclús Bajo	Frías	0.115	Piura	Reconstrucción	Cárcavas y derrumbes cortaron totalmente la carretera.
2B-081	Chulucanas-Sancor-Vega Larga		0.008	Piura	Reconstrucción	Flujo cortó totalmente el tránsito por la carretera.
2B-082	Morropón-Piura La Vieja-Chulucanas	Quebrada Franco, Sector Franco Bajo, km 58+600, km 56, Piura La Vieja y Quebradas Las Damas, Chapica y río Charanal	1.862	Piura	Reconstrucción	Tramo de carretera cortado totalmente en varios tramos. La reactivación de las quebradas dejó colgada las alcantarillas y pontones de la carretera.
2B-083	San Pedro-Frías	Sector Cerro Chato	1.000	Piura	Rehabilitación	Cárcavamientos y flujos cortan carretera en varios sectores.
2B-084	Morropón-Paltashaco-Chalaco	Cruce con quebrada Los Potros	0.023	Piura	Rehabilitación	Cortó el tránsito.
2B-085	Morropón-Paltashaco-Chalaco	Sector Guayaquil (km 74)	0.028	Piura	Rehabilitación	Dos quebradas cortan la carretera.
2B-086	Morropón-Paltashaco-Chalaco	San Luis	0.260	Piura	Rehabilitación	Dos quebradas cortan la carretera.
2B-087	Carretera Morropón-Maray-Yamango	Río Capones	1.400	Piura	Reconstrucción	Carretera cruza el río, fue destruido totalmente.

2B-088	Carretera Morropón-Maray-Yamango	Sector Maray-río Corrales	0.352	Piura	Rehabilitación	Vía de acceso hacia el poblado de Pampa de Flores.
2B-089	Carretera Morropón-Maray-Yamango	Quebrada Huallacal	0.100	Piura	Rehabilitación	Quebrada corta el tránsito por la carretera.
2B-090	Carretera Morropón-Charrasquillo-Chalaco	Sector Nueva Esperanza y Los Pasajes,	2.500	Piura	Rehabilitación	Torrenteras cortan la carretera.
2B-091	Morropón-Maray-Yamango	Sector Piscan, Quebrada Hurhuar	0.016	Piura	Rehabilitación	Quebrada Hurhuar corta la carretera.
2B-092	Morropón-Maray-Yamango	Piscan	0.017	Piura	Rehabilitación	Quebrada erosiona la plataforma de carretera.
2B-093	Morropón-Maray-Yamango	Piscan Bajo	0.183	Piura	Rehabilitación	Quebrada erosiona la plataforma de carretera y tubería de agua.
2B-094	Morropón-Maray-Yamango	Paredes Maceda	0.050	Piura	Rehabilitación	Quebrada de corto reactivado destruyó carretera.
2B-095	Morropón-Maray-Yamango	Faical	0.009	Piura	Rehabilitación	Dos quebradas socavan la plataforma de carretera. Pueden ser afectadas viviendas localizadas hacia ambos márgenes.
2B-096	Morropón-Maray-Yamango	Faical	0.036	Piura	Rehabilitación	Quebrada reactivada, se presenta colmatado.
2B-097	Morropón-Maray-Yamango	Sector Coca-Quebrada del Pescado	0.051	Piura	Rehabilitación	Ausencia de badén o puente. Viviendas asentadas muy cerca de a margen izquierda.
2B-098	Morropón-La Maravilla-Olguín	Piedra Herrada	0.013	Piura	Rehabilitación	Interrumpe el acceso hacia terrenos de cultivos (platanales).
2B-099	Morropón-La Maravilla-Olguín	Quebrada Juguy de La Cuña	0.332	Piura	Rehabilitación	Interrumpe el acceso hacia terrenos de cultivos (platanales).

2B-100	Serran-Hornopampa-Huarmaca	Santa Rosa	0.003	Piura	Rehabilitación	Cortó el tránsito vehicular hacia varios poblados.
2B-101	Serran-Hornopampa-Huarmaca	Sector Palambra	0.500	Piura	Rehabilitación	Erosión fluvial afecta tramo de carretera hacia Hornopampa.
2B-102	Salitral-Quemazón-Los Ranchos	Quebrada Chorro Blanco	0.005	Piura	Rehabilitación	Flujos de detritos cortan el tránsito hacia El Rancho y Huancabamba.
2B-103	Carretera Huancabamba-Sóndor	Huaricachi-km 1805	0.006	Piura	Rehabilitación	Quebrada acarreo flujo de detritos, pontón con luz insuficiente. Derrumbe en cuenca alta generó el flujo.
2B-104	Carretera Huancabamba-Sóndor	Huaricachi Bajo	0.020	Piura	Rehabilitación	Quebrada genero flujo excepcional que afecto plantaciones de maíz y frutales, también una vivienda.
2B-105	Carretera Huancabamba-Sondorillo	Sondorillo	0.010	Piura	Rehabilitación	Flujo corto el paso hacia Huarmaca.
2B-106	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	Desvío hacia el túnel transandino, cruce con quebrada Uchupata	0.100	Piura	Rehabilitación	Flujos que bajan por la quebrada principal, así como de carcavamientos obstruyen la vía.
2B-107	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	Desvío hacia el túnel transandino, cruce con quebrada Cuse	0.174	Piura	Rehabilitación	Flujos cortan el tránsito hacia el túnel transandino.
2B-108	Carretera Huancabamba-Sóndor	Quebrada Pucutay	0.005	Piura	Rehabilitación	Flujo activado puede afectar carretera.

	2B-109	Carretera Huancabamba-Sóndor	km 1733+000	0.007	Piura	Rehabilitación	Flujo erosionó su margen derecha afectando estribo de puente peatonal.
	2B-110	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	Quebrada sin nombre	0.060	Piura	Rehabilitación	Flujo destruyó la carretera.
	2B-111	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	Quebrada Huarmaca	0.040	Piura	Rehabilitación	Flujo destruyó la carretera.
	2B-112	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	Cerro Sumuche	0.005	Piura	Rehabilitación	Flujo corta el tránsito en dos desarrollos.
	2B-113	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	Sector Talingas	0.005	Piura	Rehabilitación	Flujo cortó el tránsito.
EROSIÓN FLUVIAL	2B-114	Panamericana Norte	km 947+656	0.020	Piura	Rehabilitación	Caudales acumulados en la planicie ondulada produce erosión parcial de muro de gaviones.
	2B-115	Panamericana Norte	km 944+135	0.005	Piura	Rehabilitación	Quebrada seca reactivada de baja pendiente que cruza la vía. (foto 18)
	2B-116	Panamericana Norte	km 915+840	0.007	Piura	Rehabilitación	Quebrada seca reactivada de baja pendiente que cruza la vía. (foto 19)
	2B-117	Panamericana Norte	km 915+050	0.030	Piura	Rehabilitación	Quebrada seca reactivada de baja pendiente que cruza la vía. (foto 20)
	2B-118	Panamericana Norte	km 914+100	0.050	Piura	Rehabilitación	Quebrada Alto Zorro Cruza la vía.
	2B-119	Panamericana Norte	km km 896	0.150	Piura	Rehabilitación	Quebrada Pañal Chico erosiona borde de carretera.
	2B-120	Panamericana Norte	km 891+718	0.181	Piura	Rehabilitación	Quebrada seca reactivada, erosiona bordes de carretera.

	2B-121	Carretera a Bayóvar	km 6+000	0.216	Piura	Reconstrucción	Laguna La Niña inundó y destruyó 216 m de plataforma de carretera. (foto 21)
	2B-122	Chulucanas-La Encantada	Jr. San Martín	0.125	Piura	Rehabilitación	Vía cruza el río Piura, fue cortada totalmente.
	2B-123	Chulucanas-Morropón	Entre Batanes y Pueblo Nuevo de Campanas	1.300	Piura	Reconstrucción	Vía cruza el río Charanal fue inundado y erosionado.
	2B-124	San Pedro-Frías	San Pedro	0.220	Piura	Reconstrucción	Carretera totalmente erosionada por el río San Jorge. (foto 22)
	2B-125	Morropón-La Maravilla	Río Capones	0.176	Piura	Reconstrucción	Río destruyó una vivienda y terrenos de cultivo. Corto el tránsito. (foto 23)
	2B-126	Morropón-La Maravilla-Olguín	Piedra Herrada-Río Corrales	0.171	Piura	Reconstrucción	Afectó líneas de transmisión eléctrica y cultivo.
	2B-127	Salitral-Quemazón-Coyona-Los Ranchos	Vado de Garza	0.274	Piura	Rehabilitación	Subida del caudal del río Bigote corta el acceso hacia Quemazón y otras localidades.
	2B-128	Salitral-Quemazón-Coyona-Los Ranchos	El Cardal	0.132	Piura	Reconstrucción	Río Bigote destruyó acceso hacia Coyona, no existe baden o puente, también erosionó terrenos de cultivo.
	2B-129	Carretera Serran-Canchaque	Baden Serrán	0.284	Piura	Rehabilitación	Río Huarmaca erosiono terrenos de cultivos.
DESPLAZAMIENTOS, CAÍDA DE ROCAS U OTROS	2B-130	San Pedro-Frías	Sector Vaquería	6.600	Piura	Rehabilitación	Carretera afectada por tramos en la longitud referenciada.
	2B-131	Morropón-Paltashaco-Chalaco		0.027	Piura	Rehabilitación	Asentamientos severos en la plataforma de carretera.
	2B-132	Morropón-Paltashaco-Chalaco		0.600	Piura	Rehabilitación	Obstrucción parcial de carretera por tramos.
	2B-133	Morropón-Paltashaco-Chalaco		2.900	Piura	Rehabilitación	Obstrucción parcial y total en algunos sectores de carretera.
	2B-134	Morropón-Paltashaco-Chalaco	Sector Ñoma	4.800	Piura	Rehabilitación	Carretera obstruida por sectores.

2B-135	Morropón-Paltashaco-Chalaco	km 111+000	0.090	Piura	Rehabilitación	Asentamientos y derrumbes en carretera.
2B-136	Morropón-Paltashaco-Chalaco	Sector San Miguel	0.260	Piura	Rehabilitación	Obstrucción parcial de carretera por tramos.
2B-137	Morropón-Paltashaco-Chalaco		0.970	Piura	Rehabilitación	Obstrucción parcial de carretera por tramos.
2B-138	Morropón-Paltashaco-Chalaco	Tramo Santa Ana-Pambarrumbe	10.200	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de carretera por sectores.
2B-139	Morropón-Paltashaco-Chalaco	Paltashaco	0.190	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de carretera.
2B-140	Morropón-Paltashaco-Chalaco	km 84 al 87+400	3.400	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de carretera.
2B-141	Morropón-Paltashaco-Chalaco	Sector Piedra El Toro-Puente en km 84	7.450	Piura	Reconstrucción	Obstrucción de carretera.
2B-142	Carretera Morropón-Charrasquillo-Chalaco	Sector Charancito	0.800	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de carretera.
2B-143	Morropón-Maray-Yamango	Yamango	0.300	Piura	Rehabilitación	Obstrucción de carretera.
2B-144	Morropón-Maray-Yamango	La Loma	0.100	Piura	Reconstrucción	Obstrucción de carretera.
2B-145	Morropón-Maray-Yamango	Flor de Agua	1.685	Piura	Reconstrucción	Asentamientos de hasta un metro en la carretera, pérdida de plataforma y desprendimiento de rocas del talud superior. También carcavamientos.
2B-146	Morropón-Maray-Yamango	C° Muscha	1.770	Piura	Reconstrucción	Asentamiento y pérdida de plataforma de carretera, derrumbes en talud superior. Corto el tránsito hacia Yamango.

2B-147	Morropón-Maray-Yamango	Quebrada Coca	0.020	Piura	Rehabilitación	Grandes eventos en las laderas superiores del C° Coca, Derrumbe-flujos de detritos cortaron la carretera.
2B-148	Salitral-Quemazón-Coyona-Los Ranchos	Sector Pichilingue	0.085	Piura	Rehabilitación	Asentamiento de hasta 0,50 m en la plataforma de carretera, afecto cultivos de fruta y canal de riego.
2B-149	Salitral-Quemazón-Los Ranchos	La Virgen	0.174	Piura	Rehabilitación	Asentamiento de plataforma de carretera
2B-150	Salitral-Quemazón-Los Ranchos	Sauce	0.845	Piura	Rehabilitación	Asentamiento de plataforma de carretera, reactivaciones como derrumbes en la escarpa.
2B-151	Carretera Serran-Canchaque-Huancabamba	km 69+500 al km 70+100	0.600	Piura	Rehabilitación	Caída de suelos y bloques de roca
2B-152	Carretera Serran-Canchaque-Huancabamba	Canchaque	0.202	Piura	Rehabilitación	Caída de suelos y roca bloquean la carretera.
2B-153	Carretera Serran-Canchaque-Huancabamba		0.120	Piura	Rehabilitación	Material caído obstruye la mitad de la vía.
2B-154	Carretera Serran-Canchaque-Huancabamba	Cementerio-Canchaque	0.095	Piura	Rehabilitación	Asentamiento de plataforma de carretera, empuje de terreno y destrucción de cuneta
2B-155	Carretera Serran-Canchaque-Huancabamba		0.040	Piura	Rehabilitación	Asentamiento y pérdida de plataforma de carretera, fue reparada.
2B-156	Carretera Canchaque-Huancabamba	Km 79 al km 83+860	4.860	Piura	Rehabilitación	Asentamientos en plataforma de carretera, produce pérdida de asfalto. Carretera ondulante.
2B-157	Carretera Canchaque-Huancabamba		0.596	Piura	Rehabilitación	Colapso de suelos del talud superior, obstrucción de cunetas. Afecta dos desarrollos.

	2B-158	Carretera Canchaque-Huancabamba		0.133	Piura	Rehabilitación	Colapso de suelos del talud superior, obstrucción de cunetas.
	2B-159	Carretera Canchaque-Huancabamba	km 102+000	0.054	Piura	Rehabilitación	Derrumbe en talud superior de carretera. Asentamiento de plataforma de carretera.
	2B-160	Carretera Canchaque-Huancabamba	km 107+500 al km 110	3.500	Piura	Rehabilitación	Derrumbe de talud superior de carretera, obstruye carretera.
	2B-161	Carretera Huancabamba-Sóndor	Chantaco	0.100	Piura	Rehabilitación	Reactivación de deslizamiento, produce asentamiento de plataforma de carretera.
	2B-162	Carretera Huancabamba-Sondor-Tacarpotuluce	C° Tronera	0.5	Piura	Rehabilitación	Tres deslizamientos producen asentamientos en la carretera, también generan flujo de detritos.
	2B-163	Carretera Huancabamba-Sondor-Tacarpotuluce	Tramo Tacarpotuluce	2.371	Piura	Reconstrucción	Derrumbes y deslizamientos producen pérdida de plataforma de carretera en seis desarrollos. También carcavamientos intensos.
	2B-164	Carretera Huancabamba-Sondor-Tacarpotuluce	Tramo Tacarpotuluce	0.080	Piura	Rehabilitación	Asentamiento de plataforma de carretera. Presencia de agua subterránea.
	2B-165	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	Puente Sondor	1.173	Piura	Rehabilitación	Asfalto de carretera destruido, plataforma ondulada y desplazada.
	2B-166	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	km 1789+800 al km 1792	2.200	Piura	Rehabilitación	Derrumbes en taludes superiores de carretera, material obstruye el tránsito.

	2B-167	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	Desvío hacia el túnel transandino, Km 11 al km 20	9.000	Piura	Rehabilitación	Ampliación de carretera de acceso al túnel, desestabilizó las laderas.
	2B-168	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	Comunidad de Uchupata	8.000	Piura	Rehabilitación	Cortes en la ladera por ampliación de la vía desestabilizaron la ladera.
	2B-169	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	Cerro Loma Larga, km 1770+800 al 1772	2.200	Piura	Rehabilitación	Carretera afectada por carcavamiento, flujos de detritos y derrumbes desde el talud superior.
	2B-170	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	km 1765 al km 1768 (puente Ovejería)	3.000	Piura	Rehabilitación	Taludes inestables por trabajos de ampliación y asfaltado de la carretera. Carcavamientos intensos acarrear flujos. Se colocó puente para que no se corte el tránsito vehicular.
	2B-171	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	km 1761+300 al km 1755	6.300	Piura	Rehabilitación	Taludes inestables, derrumbes obstruyen la carretera. Asentamientos de la plataforma.
	2B-172	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	km 1750	0.200	Piura	Rehabilitación	Talud inestable, muy fracturado, caída de material obstruye la vía.
	2B-173	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	km 1739 al km 1744+500	5.500	Piura	Rehabilitación	Derrumbes en talud superior, cárcavas acarrear flujos.
	2B-174	Carretera Huancabamba-Sondorillo-Huarmaca	km 1737 al km 1737+100	1.000	Piura	Rehabilitación	Asentamiento de plataforma, presencia de agrietamientos abiertos, pérdida de asfalto. Afecta también la carretera que conduce a San Miguel del Faique.

2B-175	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique		0.130	Piura	Rehabilitación	Asentamiento del talud superior de carretera obstruye el tránsito.
2B-176	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 50+522 al km 48+267	2.225	Piura	Rehabilitación	Tramo de carretera donde se presentan derrumbes por sectores.
2B-177	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 47+365 al km 43+083	4.282	Piura	Rehabilitación	Tramo de carretera donde se presentan derrumbes por sectores.
2B-178	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 42+600	0.400	Piura	Rehabilitación	Derrumbes bloquean carretera. También se generan flujos.
2B-179	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 30 al km 42+530	12.530	Piura	Rehabilitación	Trabajos de mejora en la carretera desestabilizaron taludes que con lluvias fuertes colapsaron en varios sectores.
2B-180	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 29+470 al km 27+573	1.897	Piura	Rehabilitación	Trabajos de mejora en la carretera desestabilizaron taludes que con lluvias fuertes colapsaron en varios sectores.
2B-181	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 26+918 al km 26+100	0.818	Piura	Rehabilitación	Trabajos de mejora en la carretera desestabilizaron taludes que con lluvias fuertes colapsaron en varios sectores.
2B-182	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 25+960 al km 26+060	0.100	Piura	Reconstrucción	Deslizamiento destruyo todo el tramo de carretera.
2B-183	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 24+084 al km 25+850	1.766	Piura	Rehabilitación	Derrumbes del talud superior y asentamiento de plataforma de carretera.
2B-184	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 22+229 al km 23+671	1.442	Piura	Rehabilitación	Derrumbes del talud superior y asentamiento de plataforma de carretera.
2B-185	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 22+056 al km 17+634	4.420	Piura	Rehabilitación	Derrumbes del talud superior y asentamiento de plataforma de carretera.

2B-186	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 17+250 al km 16+482 (Sector Chamelico)	2.041	Piura	Reubicación	Deslizamientos y derrumbes; colapso de taludes superiores de carretera que afectaron carretera y viviendas. Colapso de talud inferior produjo agrietamientos en una vivienda.
2B-187	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 13+047 al km 14+458	1.411	Piura	Reubicación	Derrumbes en el talud superior de carreteras, también afectó viviendas.
2B-188	Carretera Huarmaca-San Miguel del Faique	km 9+098 al km 3+992	5.106	Piura	Rehabilitación	Derrumbes en el talud superior de carreteras.
2B-189	Morropón-Paltashaco-Chalaco	Sector Guayaquil	0.380	Piura	Rehabilitación	Derrumbes desde talud superior de carretera. Obstruye carretera y cuneta.
2B-190	Carretera Chiclayo-Olmos-Jaén	Abra Porcuya	0.300	Piura	Rehabilitación	Zona de deslizamiento en un tramo de 300 m de carretera; erosión en surcos, los que depositan material en los flancos de la carretera afectando parcialmente las cunetas.
2B-191	Carretera Chiclayo-Olmos-Jaén	Abra Porcuya		Piura	Rehabilitación	Zona de deslizamiento y erosión en cárcavas; carretera ha sufrido ruptura anteriormente.
2B-192	Carretera Chiclayo-Olmos-Jaén	Abra Porcuya		Piura	Rehabilitación	Material deslizado que afectó la carretera en varios tramos y provocó la destrucción parcial de las cunetas.
2B-193	Carretera Chiclayo-Olmos-Jaén	Abra Porcuya	0.012	Piura	Rehabilitación	El agua de escorrentía contribuyó con la caída de material detrítico, provocando 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.
2B-194	Carretera Chiclayo-Olmos-Jaén	Abra Porcuya	0.080	Piura	Rehabilitación	Deslizamiento de material areno-limoso con eventuales bloques de roca; cubrió parte de las cunetas y las destruyó.

Cuadro 3.6: Obras de infraestructura afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	INFRAESTRUCTURA	DISTRITO	PROVINCIA	REGIÓN	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
EROSIÓN FLUVIAL	2B-195	Muro de encauzamiento	Curamori	Piura	Piura	Rehabilitación	108 m de muro destruido en la margen izquierda del río Piura. (foto 24)
	2B-196	Muro de encauzamiento	Curamori	Piura	Piura	Rehabilitación	140 m de muro destruido en la margen izquierda del río Piura. Sector Los Mores. (foto 25)
	2B-197	Muro de encauzamiento	Curamori	Piura	Piura	Rehabilitación	150 m de muro afectado en la margen izquierda del río Piura. Sector el Algarrobal.
	2B-198	Muro de encauzamiento	Catacaos	Piura	Piura	Rehabilitación	350 m de muro afectado en la margen izquierda del río Piura. Sector Simbila.
	2B-199	Puente	Catacaos	Piura	Piura	Rehabilitación	Puente Grau. Erosión en la margen izquierda del río Piura, debajo del estribo. (foto 26)
	2B-200	Muro de encauzamiento	Pueblo Nuevo	Piura	Piura	Rehabilitación	Erosión en la margen izquierda del río Piura.
	2B-201	Muro de encauzamiento	Catacaos	Piura	Piura	Rehabilitación	61 m de muro destruido en la margen izquierda del río Piura. Sector El Rancho. (foto 27)
	2B-202	Muro de encauzamiento	Catacaos	Piura	Piura	Rehabilitación	370 m de muro afectado en la margen izquierda del río Piura. Sector Rinconada.
	2B-203	Muro de encauzamiento	Catacaos	Piura	Piura	Rehabilitación	371 m de muro afectado en la margen izquierda del río Piura. Sector Rinconada.
	2B-204	Muro de encauzamiento	Catacaos	Piura	Piura	Reconstrucción	90 m de muro destruido en la margen izquierda del río Piura. Sector Pedregal. (fotos 28 y 29)

	2B-205	Muro de encauzamiento	Catacaos	Piura	Piura	Reconstrucción	65 m de muro destruido en la margen izquierda del río Piura; 950 m de dique afectado por erosión. Sector Pedregal. También destruyó 950 metros de la carretera hacia Sechura y postes de transmisión eléctrica.
	2B-206	Muro de encauzamiento	La Arena	Piura	Piura	Rehabilitación	120 m de muro afectado en la margen derecha del río del río Piura.
	2B-207	Muro de encauzamiento	La Arena	Piura	Piura	Rehabilitación	142 m de muro afectado en la margen derecha del río del río Piura.
	2B-208	Muro de encauzamiento	La Arena	Piura	Piura	Rehabilitación	63 m de muro afectado en la margen derecha del río del río Piura.
	2B-209	Muro de encauzamiento	La Arena	Piura	Piura	Rehabilitación	550 m de muro afectado en la margen derecha del río del río Piura.
	2B-210	Muro de encauzamiento	La Arena	Piura	Piura	Rehabilitación	192 m de muro afectado en la margen derecha del río del río Piura.
	2B-211	Muro de encauzamiento	Bernal	Sechura	Piura	Rehabilitación	193 m de muro afectado en la margen derecha del río del río Piura.
	2B-212	Puente	Catacaos	Piura	Piura	Rehabilitación	Erosión en ambos estribos de Puente Independencia, más intenso en margen izquierda del río Piura. (foto 30)
	2B-213	Muro de encauzamiento	Catacaos	Piura	Piura	Rehabilitación	260 m de muro afectado en la margen derecha del río Piura.
	2B-214	Muro de encauzamiento	Catacaos	Piura	Piura	Rehabilitación	466 m de muro afectado en la margen derecha del río Piura.
	2B-215	Muro de encauzamiento	Catacaos	Piura	Piura	Rehabilitación	100 m de muro afectado en la margen derecha del río Piura.
	2B-216	Tubería de conducción de agua	Castilla	Piura	Piura	Reconstrucción	Destrucción total de tubería de conducción de agua que cruza el río Piura, en el sector de San Rafael.
	2B-217	Puente	Piura, Castilla	Piura	Piura	Rehabilitación	Puente Cáceres. Erosión en la margen derecha del río Piura.

2B-218	Puente	Chulucanas	Morropón	Piura	Reconstrucción	Puente Ñacara, antiguo puente peatonal asentado y agrietado.
2B-219	Puente	Santa Catalina de Mossa	Morropón	Piura	Reconstrucción	Estribos inclinados, puente quedó dentro del cauce del río Chalaco. (foto 31)
2B-220	Puente	Yamango	Morropón	Piura	Rehabilitación	Río erosiono acceso hacia el puente. También se afectaron terrenos de cultivo en ambas márgenes.
2B-221	Puente	Buenos Aires	Morropón	Piura	Rehabilitación	Puente peatonal Huaró. Erosión en ambas márgenes del río Piura. Destruyó templador en margen izquierda de puente colgante, antiguo Huaró y terrenos de cultivo.
2B-222	Puente	Salitral	Morropón	Piura	Reconstrucción	Puente Salitral, erosión de ambos estribos, causó asentamiento de la loza, que fue reemplazada por un puente Bailey. (foto 32)
2B-223	Puente	Tambo grande	Piura	Piura	Rehabilitación	Puente Tambo Grande, erosión en ambas márgenes, afecta los estribos.
2B-224	Canal	Morropón	Morropón	Piura	Reconstrucción	Poblado de Abad Berrú Gonzaga, San Pedro (136 m de canal afectados).
2B-225	Tubería de agua	Sóndor	Huancabamba	Piura	Rehabilitación	Quebrada Shumaya destruyó tubería de agua.
2B-226	Puente	Tambo Grande	Piura	Piura	Rehabilitación	Puente Burneo; 7,6 m de longitud del puente, ubicado en el km 8+507, erosión en estribos del puente.
2B-227	Puente	Tambo Grande	Piura	Piura	Rehabilitación	Puente quebrada Socarrón de 25 m, afectó estribos del puente.
2B-228	Puente	Piura, Castilla	Piura	Piura	Rehabilitación	Puente San Miguel, erosión en el estribo de la margen izquierda del río Piura.

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

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	SECTOR	PROVINCIA	REGIÓN	ACCIÓN RECOMENDADA	UBICACIÓN
INUNDACIÓN FLUVIAL	2B-229	Ventura	Piura	Piura	Rehabilitación	Terrazas en la margen izquierda del río Piura.
	2B-230	Hacienda Olivares	Piura	Piura	Rehabilitación	Terrazas en la margen derecha del río Piura.
	2B-231	Santa Sara	Piura	Piura	Rehabilitación	Terrazas en la margen derecha del río Piura.
	2B-232	Punta Arena	Piura	Piura	Rehabilitación	Terrazas en la margen izquierda del río Piura. (foto 33)
	2B-233	La Obrilla	Piura	Piura	Rehabilitación	Terrazas en la margen izquierda del río Piura.
	2B-234	Empresa LyB	Piura	Piura	Rehabilitación	Terrazas en la margen izquierda del río Piura.
	2B-235	Entre Batanes y Pueblo Nuevo de Campanas	Morropón	Piura	Reconstrucción	Terrenos de cultivo ubicados dentro de las terrazas del río Charanal destruidos. (foto 34)
	2B-236	Maray-Pampa de Flores	Morropón	Piura	Rehabilitación	Terrenos de cultivo ubicados dentro de las terrazas del río Corrales destruidos. (foto 35)
	2B-237	Piedra Herrada	Morropón	Piura	Rehabilitación	Quebrada El Carrizo erosiona ambas márgenes y afecta terrenos de cultivos.
	2B-238	Puente de Acceso a Morropón	Morropón	Piura	Rehabilitación	Erosión hacia ambas márgenes del río Piura, más intensa en la margen izquierda donde el río avanzó 378 m afectando terrenos de cultivo. (foto 36)
	2B-239	Carretera Serran-Canchaque, sector Matequillera	Huancabamba	Piura	Rehabilitación	Afectó terrenos de cultivo.

* No se referencia el área total de terrenos de cultivo afectados.

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

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	PROVINCIA	REGIÓN	NUMERO	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	1B-01	Máncora	Talara	Piura	19	Rehabilitación	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.
	1B-02	Órganos	Talara	Piura		Reubicación	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.
	1B-03	El Ñuro	Talara	Piura		Rehabilitación	Lluvias afectaron lado derecho de carretera de acceso, bordes colapsados.
	1B-04	El Alto	Talara	Piura		Rehabilitación	Reactivación de quebradas, lluvias ocasionaron daños en viviendas aledañas. Rotura de badén, se colocaron sacos de arena para encausar las aguas de las lluvias.

	1B-05	Cabo Blanco	Talara	Piura		Reubicación	Quebrada reactivada por aumento de lluvias, desprendimiento de rocas, muros de protección dañados, 6 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.
	1B-06	Lobitos	Talara	Piura		Reubicación	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.
	1B-07	Negritos	Talara	Piura		Rehabilitación	Aumento de lluvias inundaron berma principal, aguas sobrepasaron muros de contención, obstaculizando vías de acceso y caminos. Se formó un humedal artificial.
	1B-08	La Bocana	Talara	Piura		Rehabilitación	Aumento de lluvias provocaron desbordes e inundación de terrenos de cultivo.
	1B-09	Miramar	Paita	Piura		Rehabilitación	Aumento de lluvias causó inundación afectando viviendas en poblado Miramar y dañando terrenos de cultivo, cancha de fútbol inundada, sistemas de drenaje colapsados.
	1B-10	Vichayal	Paita	Piura		Rehabilitación	Aguas estancadas, no hay desfogue, inundación de casas, colegio inicial 14771 y terrenos de cultivo.
	1B-11	Amotape	Paita	Piura		Rehabilitación	Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas inundando tramo de la carretera y socavando bases de estructura de tubería de agua.
	1B-12	Tamarindo	Paita	Piura		Rehabilitación	Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas inundando principales calles de Tamarindo y viviendas aledañas.
	1B-13	Buenaventura	Sullana	Piura		Rehabilitación	Inundación, flujo, canales rebalsados, se colocaron sacos de arena para evitar erosión de bordes de carretera.

	1B-14	Ignacio Escudero	Sullana	Piura		Rehabilitación	Aumento de caudal por lluvias provocaron colapso de puente que fue reemplazado por puente Bailey. Se hizo vía alterna provisional.
	1B-15	Samán	Sullana	Piura		Rehabilitación	Aumento de agua de lluvias provocaron reactivación de quebradas dañando carretera.
	1B-16	Colán	Paita	Piura		Rehabilitación	Lluvias causaron daños en kartodromo y viviendas aledañas.
	1B-17	Paita	Paita	Piura		Reconstrucción	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.
	1B-18	Yacila	Paita	Piura		Reubicación	Hotel colapsado por infiltración de agua proveniente de laguna formada por aumento de agua lluvias. En 2012 se construyeron casas cambiando el curso natural de la desembocadura de la quebrada.
	1B-19	La Islilla	Paita	Piura		Rehabilitación	Inundación por aumento de caudal en quebradas reactivadas, vías de acceso obstruidas y cimientos de casas dañados.
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	1B-20	Lobitos	Talara	Piura	5	Reubicación	Reactivación de quebrada provocó flujos de lodo e inundación afectando pistas y veredas, casas y muros de contención del centro del adulto mayor.
	1B-21	Viviate	Paita	Piura		Rehabilitación	Flujos de lodo e inundación provocó rebalse de canales hecho con sacos de arena afectando e inundando acceso a caserío de Viviate.
	1B-22	Buenaventura	Sullana	Piura		Rehabilitación	Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas, flujos de lodo, derrumbes e inundación en la parte baja.
	1B-23	La Islilla	Paita	Piura		Rehabilitación	Flujos por reactivación de quebradas obstruyeron vías de acceso.

	1B-24	Paita	Paita	Piura		Reconstrucción	Flujos de detritos provocó colapso del sistema de drenaje y alcantarillado. Cancha de futbol inundada
EROSIÓN FLUVIAL	1B-25	El Ñuro	Talara	Piura	6	Rehabilitación	Fuertes lluvias provocaron colapso del lado derecho de carretera.
	1B-26	Talara	Talara	Piura		Reconstrucción	Muros de contención y obras de reforzamiento colapsados, construidos sobre relleno sanitario. Árboles y pozos de almacenamiento de agua colapsados por deslizamiento del suelo.
	1B-27	Nomara	Paita	Piura		Rehabilitación	Daños en carreteras.
	1B-28	Marcavelica	Sullana	Piura		Rehabilitación	Aumento de agua de lluvias erosionaron laderas, provocando pequeños deslizamientos y grietas en bordes de carretera.
	1B-29	Paita	Paita	Piura		Reconstrucción	Reactivación de quebradas provocaron colapso de bordes de carretera, badenes y bermas totalmente destruidas
	1B-30	Macacara	Paita	Piura		Rehabilitación	Aumento del caudal del rio Chira provocó erosión en bordes e inundación.
DESIZAMIENTOS (CAIDAS DE ROCAS U OTROS)	1B-31	Miraflores	Paita	Piura	3	Rehabilitación	Lluvias provocaron derrumbes y erosión de laderas causando daños a la carretera
	1B-32	Paita	Paita	Piura		Reconstrucción	Derrumbes y caída de roca debido a reactivación de quebrada, colapso de sistema de drenaje y alcantarillado.
	1B-33	Yacila	Paita	Piura		Reubicación	Derrumbes y caída de roca debido a reactivación de quebrada.

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

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	CARRETERA	TRAMO DE CARRETERA	LONGITUD AFECTADA (Km)	REGION	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	1B-34	PE-1N Panamericana Norte	Desvío a Fundo La Caprichosa	0.15	Piura	Rehabilitación	Vía de acceso inhabilitada.
	1B-35	PI - 100	Desvío a Playa Tortugas	0.70	Piura	Rehabilitación	Se formaron lagunas aisladas en ambos lados de la carretera.
	1B-36	PI - 100	Desvío a Talara	1.50	Piura	Rehabilitación	Quebrada reactivada por aumento de caudal del río debido a lluvias, daños en pilares del puente.
	1B-37	PI - 101	Vía Talara - Amotape	4.4	Piura	Rehabilitación	Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas inundando tramo de la carretera y socavando bases de estructura de tubería de agua.
	1B-38	PI - 101	Vía Amotape - Tamarindo	3.8	Piura	Rehabilitación	Desborde de margen derecho del río Chira afectó terrenos de cultivo y bermas.
	1B-39	PI - 101	Vía Amotape - Talara	3.7	Piura	Rehabilitación	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.
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	1B-40	PI - 103	Carretera hacia Islilla	1.50	Piura	Rehabilitación	Flujos por reactivación de quebradas obstruyeron vías de acceso.
	1B-41	PI - 103	Carretera a playa Cangrejos	0.5	Piura	Rehabilitación	Arenamiento, flujo obstaculizaron vías de acceso.

	1B-42	PI - 101	Vía Amotape - Talara	5.6	Piura	Rehabilitación	Aumento de lluvias provocaron crecida de río inundando y obstaculizando tramos de carretera, se observa restos de estructuras de soporte anteriores.
EROSIÓN FLUVIAL	1B-43	PI - 103	Carretera hacia Islilla	0.80	Piura	Rehabilitación	Carretera hacia Islilla erosionada por aumento de agua en quebradas.
	1B-44	PI - 103	Carretera hacia Islilla	0.5	Piura	Rehabilitación	Arenamiento, flujo obstaculizaron vías de acceso.
	1B-45	PI - 103	Vía Amotape - Talara	1.2	Piura	Rehabilitación	Aumento de caudal por lluvias sobrepasaron altura del puente inundando carretera, tubos de desfogue obstruidos por ramas y material de relleno, estructuras de reforzamiento severamente dañados.
DESIZAMIENTOS (CAIDAS DE ROCAS U OTROS)	1B-46	PE-1N Panamericana Norte	Acceso a Ignacio Escudero	0.20	Piura	Rehabilitación	Derrumbe y caída de rocas, obstaculizando tramo de carretera.
	1B-47	PI - 101	Vía Amotape - Tamarindo	0.10	Piura	Rehabilitación	Derrumbes y caída de rocas hacia vía de acceso a Amotapes y canal de regadío.
	1B-48	PI - 101	Desvío a Vichayal	0.1	Piura	Rehabilitación	Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas causando derrumbes y caída de rocas obstaculizando la carretera y dañando áreas de cultivo.
	1B-49	PI - 103	Desvío a Yacila	0.1	Piura	Rehabilitación	Caída de rocas obstaculizando tramo de carretera.
	1B-50	PI - 101	Desvío a Colán	0.1	Piura	Rehabilitación	Balneario de Colán, Derrumbes y caída de rocas, inundación en parte baja.

Cuadro 3.10: Obras de infraestructura afectados por los peligros detonados con las fuertes lluvias de El Niño Costero 2017.

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	INFRAESTRUTURA	DISTRITO	PROVINCIA	REGIÓN	ACCIÓN RECOMENDADA	OBSERVACIONES
INUNDACIÓN FLUVIAL	1B-51	Puente	Paita	Paita	Piura	Rehabilitación	Cunetas rebalsadas, erosión de flancos de puentes.
	1B-52	Camino	Máncora	Talara	Piura	Rehabilitación	Inundación, camino obstruido.
	1B-53	Puente	Máncora	Talara	Piura	Rehabilitación	Puente colapsado producto del incremento de lluvias.
	1B-54	Puente	Máncora	Talara	Piura	Rehabilitación	Las lluvias ocasionaron la reactivación de la quebrada erosionando ambos flancos, afectando las casas aledañas y dañando pilares en el puente.
	1B-55	Puente	Talara	Talara	Piura	Rehabilitación	Quebrada reactivada por aumento de caudal del río debido a lluvias, daños en pilares del puente.
	1B-56	Puente	Talara	Talara	Piura	Rehabilitación	Quebrada reactivada por aumento de caudal del río debido a lluvias, daños en pilares del puente.
	1B-57	Camino	Lobitos	Talara	Piura	Rehabilitación	Carretera a Lobitos cerrada por mantenimiento, Aumento del caudal de río inundó vías de acceso.
	1B-58	Alcantarillado	Paita	Paita	Piura	Rehabilitación	Colapso del sistema de drenaje y alcantarillado. Cancha de fútbol inundada.
	1B-59	Camino	La Islilla	Paita	Piura	Rehabilitación	Inundación por aumento de caudal en quebradas reactivadas, vías de acceso obstruidas y cimientos de casas dañados.
	1B-60	Alcantarillado	Playa Cangrejos, Yacila	Paita	Piura	Rehabilitación	Tubo de desfogue de 60 cm de diámetro en pendiente elevada se encuentra obstruido.

	1B-61	Camino	Amotapes	Paita	Piura	Rehabilitación	Aumento de lluvias provocaron crecida de río inundando y obstaculizando tramos de carretera, se observa restos de estructuras de soporte anteriores.
	1B-62	Camino	Tamarindo	Paita	Piura	Rehabilitación	Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas inundando principales calles, carretera y terrenos de cultivo.
	1B-63	Camino	Samán Chico	Sullana	Piura	Rehabilitación	Aumento de agua de lluvias erosionaron bordes de carretera, se colocaron sacos a manera de muro de contención.
	1B-64	Puente	Talara	Talara	Piura	Rehabilitación	Aumento de agua de lluvias provocaron reactivación de quebradas dañando bases del puente Dévora y erosionando bordes.
FLUJOS (HUAICOS, DE BARRO U OTROS)	1B-65	Carretera	Paita	Paita	Piura	Rehabilitación	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.
	1B-66	Carretera	La Islilla	Paita	Piura	Rehabilitación	Flujos por reactivación de quebradas obstruyeron vías de acceso.
	1B-67	Puente	Viviate	Paita	Piura	Rehabilitación	Erosión fluvial y flujo debido al incremento del caudal, transporte de material sobre puente.

	1B-68	Alcantarillado	Barrio Zarumilla, Lobitos	Talara	Piura	Rehabilitación	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.
	1B-69	Carretera	Amotape	Paita	Piura	Rehabilitación	Crecida de río provocó inundación y flujos afectando tramos de carretera, erosionando bordes y dañando bases de concreto que soporta tuberías.
EROSIÓN FLUVIAL	1B-70	Puente	Yacila	Paita	Piura	Rehabilitación	Aumento del caudal del río erosionando cimientos del puente y agrietando la carretera.
	1B-71	Carretera	Paita	Paita	Piura	Rehabilitación	Reactivación de quebradas provocaron colapso de bordes de carretera, badenes y bermas totalmente destruidas.
	1B-72	Carretera	Colán	Paita	Piura	Rehabilitación	Erosión de laderas y caída de rocas obstaculizaron carretera.
	1B-73	Carretera	Nomara	Paita	Piura	Rehabilitación	Daños en carreteras.
	1B-74	Carretera	Vichayal	Paita	Piura	Rehabilitación	Aumento de nivel del agua del río Chira erosionó bordes de carretera y muros de contención.
	1B-75	Puente	Miguel Checa	Sullana	Piura	Rehabilitación	Aumento lluvias provocaron erosión en bordes, dañando cimientos de puente y muros de contención.
	1B-76	Carretera	Marcavelica	Sullana	Piura	Rehabilitación	Aumento de agua de lluvias erosionaron laderas, provocando pequeños deslizamientos y grietas en bordes de carretera.

	1B-77	Puente	Ignacio Escudero	Sullana	Piura	Rehabilitación	Aumento de caudal por lluvias provocaron colapso de puente que fue reemplazado por puente Bailey. Se hizo vía alterna.
DESIZAMIENTOS (CAIDAS DE ROCAS U OTROS)	1B-78	Carretera	Yacila	Paita	Piura	Rehabilitación	Caída de rocas obstaculizando tramo de carretera.
	1B-79	Carretera	Paita	Paita	Piura	Rehabilitación	Caída de rocas por vuelco obstaculizando carretera de acceso a Paita.
	1B-80	Carretera	Vichayal	Paita	Piura	Rehabilitación	Aumento de lluvias provocaron reactivación de quebradas causando derrumbes y caída de rocas obstaculizando la carretera y dañando áreas de cultivo.
	1B-81	Carretera	C.P. Buenaventura	Sullana	Piura	Rehabilitación	Caída de rocas traspasaron gaviones obstaculizando carretera y provocando grietas.

4 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 retomem 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 Independencia; 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 un estrechamiento del cauce del río Piura en su recorrido a través de la ciudad.
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, Pedregal, Buenos Aires, Pozo de Los Ramos, Cucungara, Chato Grande, Chato Chico y Los Mores, mismos que se encuentran asentados en lo que vendría a ser las terrazas aluviales del río Piura y que se encuentra protegida por un muro de encauzamiento de tierra por la margen izquierda del río Piura, en una longitud aproximada de 26 km; tuvo 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; las 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 Goyllarizquizga; 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 delodo 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.

5. RECOMENDACIONES

1. Realizar la limpieza de cauce (descolmatado) 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, Morroponsito, 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, Mambluque, 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.

6 . BIBLIOGRAFÍA

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, Transportation researchs board Special Report 247, p. 36-75.

DHN (2017). Comunicado Oficial N° 08-2017 (en línea). Comunicados oficiales ENFEN (consulta: 26 de julio de 2017). Disponible en: https://www.dhn.mil.pe/comunicado_oficial_enfen

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). Información de emergencias y daños producidos por el Niño Costero 19 de junio 2017 (en línea). Reporte Niño Costero 2017. (consulta: 23 de julio del 2017). Disponible en línea:

<http://www.indeci.gob.pe/objetos/noticias/NTY=/NTE1Mw==/fil20170621035555.pdf>

INEI (2017). Cuentas Nacionales Año base 2017-Producto Bruto Interno Trimestral (en línea). Informe Técnico 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). Perú: Panorama económico departamental (en línea). Informe técnico N° 6 junio 2017. (consulta: 25 de julio del 2017). Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/panorama-economico-departamental/1/>

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007). Movimientos en masa en la región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p.

Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ad, Landslides analisis and control: Washintong D. C, National Academy Press, Transportation researchs board Special Report 176, p. 9-33.

Vilchez, M., Luque, G. & Rosado, M. (2013). Riesgo geológico en la región Piura. Boletín N° 52 serie C: Geodinámica e ingeniería geológica. 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: FOTOGRAFÍAS ILUSTRATIVAS

ANEXO 2: MEDIDAS CORRECTIVAS

ANEXO 3: FIGURAS Y MAPAS

ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS ILUSTRATIVAS



Foto 1: Puente El Alamor de la frontera Perú-Ecuador. El río que discurre bajo este puente, logro desbordar hasta afectar algunas viviendas de la rivera de la margen derecha, lugar donde todavía se puede observar las huellas dejadas pr el paso de las aguas.



Foto 2: Localidad de Chaylo fue afectado por el ingreso parcial de las aguas de la quebrada Cerezo, amenazando con ingresar a todo el pueblo; sin embargo este dejo una terraza de 1.5 de altura, producto del socabamiento 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.



Foto 3: Quebrada Peña Blanca, en este punto se observa un puente con dos alcantarillas, 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 estribos del puente.



Foto 4: En la foto se puede observar que el puente quedó como una isla en todo el ancho del cauce, aquí 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 más plana.



Foto 5: El reservorio Poechos cuya capacidad de almacenamiento al inicio de su construcción fue de 1000 millones de m^3 ; desde sus inicios hasta la actualidad, ha ido colmatándose de material detrítico reduciendo su capacidad de almacenamiento a menos del 50%. Actualmente la represa tiene una capacidad para almacenar agua en un volumen de 400 millones de m^3 ; en la imagen se observa el material que colmata el vaso de la presa.



Foto 6: Vivienda destruida en Catacaos por el curso de agua formado en las calles como consecuencia de la rotura del muro de encauzamiento en el sector El Rancho.



Foto 7: La altura del agua alcanzada por las inundaciones que afectaron el poblado Pedregal Chico fue de hasta un metro.



Foto 8: El nivel de la inundación en la zona Pedregal Grande fue de 0,67 m, aquí fueron afectadas las viviendas de material noble y las viviendas de material rustico fueron destruidas.



Foto 9: Inundación que afectó el sector Pedregal, el nivel del agua alcanzó poco más de un metro, lleno de lodo las viviendas.



Foto 10: Sector San Martín de Cucungará, donde la inundación alcanzó 1,4 m de altura, fueron afectadas las viviendas de material noble y destruidas las de material rústico.



Foto 11: En el sector Buenos Aires fueron afectadas varias viviendas, así como un centro educativo, el cual resulto inundado.



Foto 12: Vivienda destruida en el sector Pozo de Los Ramos por las aguas desbordadas del río Piura.



Foto 13: Vivienda destruida en el sector Chato Chico, también por las aguas desbordadas por rotura del muro de encauzamiento de la margen izquierda del río Piura.



Foto 14: Torrenteras de corto recorrido que bajan del cerro Maray se activaron con las fuertes precipitaciones del Niño Costero, por estas discurrieron flujos de detritos y lodo que afectaron viviendas y la carretera.



Foto 15: Cauce de quebrada que cruza por el medio de la localidad San Juan de Bigote, activada este último evento de El Niño Costero, donde destruyó una vivienda e inundo calles del poblado.



Fotos 16 y 17: Vista de las viviendas y terrenos de cultivo destruidos en la margen derecha del río Piscán, en el sector Mambluque, del distrito Yamango.



Foto 18: Trocha carrozable en el distrito Yamango, afectada por un derrumbe que obstruyo el tránsito hacia Huancabamba.



Foto 19: Deslizamiento activo que produjo el asentamiento de un campo deportivo; el deslizamiento se ha reactivado en el cuerpo de un evento antiguo. Sector Palambra.



Foto 20: Deslizamiento activo en San Miguel del Faique, destruyó parte de las instalaciones de un grifo; este evento se produjo en una zona de la ladera afectada por flujos de tierra.



Foto 21: Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos; a la altura del caserío Cruz Blanca fue destruida por los flujos de agua y lodo que discurrieron por una torrentera de corto recorrido y baja pendiente.



Foto 22: Carretera Piura-Cruce km 50-Olmos, a la altura del km 195+000 destruidos por flujos de lodo y agua discurridos por quebrada seca, que se activa excepcionalmente.



Foto 23: Panamericana Norte erosionada a la altura del km 944+135 por los flujos de agua que discurrieron por quebrada seca.



Foto 24: Panamericana Norte erosionada a la altura del km 915+840 por los flujos de agua que discurrieron por quebrada que permanece seca por largos periodos de tiempo.



Foto 25: Panamericana Norte erosionada en los bordes de alcantarillas a la altura del km 915+050.



Foto 26: Carretera a Bayóvar destruida totalmente en una longitud de 216 m por las aguas que se acumularon por la formación de la Laguna La Niña.



Foto 27: Tramo de 220 m carretera erosionados por el río San Jorge en la ruta de acceso a la localidad San Pedro.



Foto 28: Carretera Morropón-La Maravilla que cruza el río Capónes, el acceso hacia esa localidad es interrumpido totalmente con las crecidas de caudal del río.



Foto 29: Muro de encauzamiento de tierra del río Piura de la margen izquierda roto en una longitud de 108 m, causó inundaciones de poblaciones y terrenos de cultivo.



Foto 30: Muro de encauzamiento de tierra de la margen izquierda del río Piura en el sector Los Mores, destruido en una longitud de 140 m.



Foto 31: Margen izquierda aguas arriba del puente Grau, afectada por erosión fluvial que puede afectar estribo del puente.



Foto 32: Muro de encauzamiento en la margen izquierda del río Piura, destruidos en el sector El Rancho, produjo el desborde e inundación de Catacaos, Simbilá, etc.



Foto 33 y 34: Muro de encauzamiento en la margen izquierda del río Piura destruido en una longitud de 90 m; causó inundación en Pedregal, Pedregal Grande y Pedregal Chico.



Foto 35: Erosión en el estribo de la margen izquierda del puente Independencia, se necesita realizar trabajos de reforzamiento de las defensas ribereñas.



Foto 36: Estribos de puente inclinados por la erosión producida por el río Chalaco en su margen izquierda, también destruyó terrenos de cultivo.



Foto 37: Puente Salitral afectada por la erosión producida por el río Piura, la loza del puente se asentó y fue necesario colocar un puente tipo Bailey para habilitar el tránsito hacia la localidad de Salitral.



Foto 38: Terrenos de cultivo ubicados en el cauce del río Piura (margen izquierda) erosionados totalmente por los grandes caudales discurridos por el río, sector Punta Arena.



Foto 39: Terrenos de cultivo ubicados en la margen derecha del río Charanal, en lo que vendría a ser una terraza media, fueron destruidos por las inundaciones.



Foto 40: Terrenos de cultivo ubicados dentro de las terrazas del río Corrales destruidos, sectores de Maray y Pampa de Flores, del distrito Morropón.



Foto 41: Erosión intensa en la margen izquierda del río Piura, este se pegó hacia esa margen unos 378 m afectando terrenos de cultivo ubicados dentro de la llanura de inundación y terrazas bajas.

ANEXO 2. 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, entre otros; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

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 1 y 2).

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.

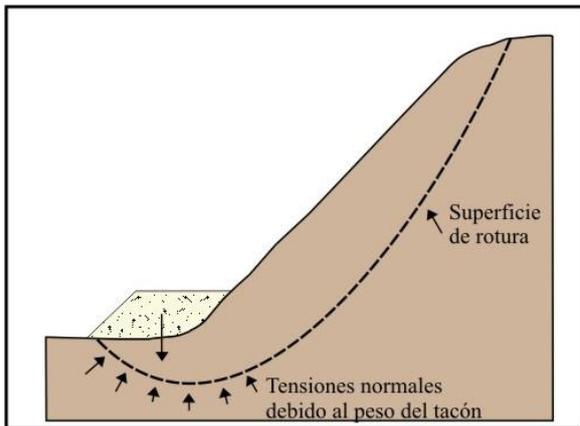


Figura 1: Efecto de una escollera sobre la resistencia del terreno.

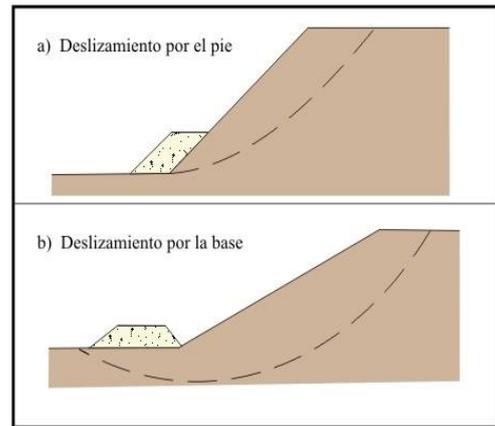


Figura 2: Colocación de escolleras.

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 3

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.

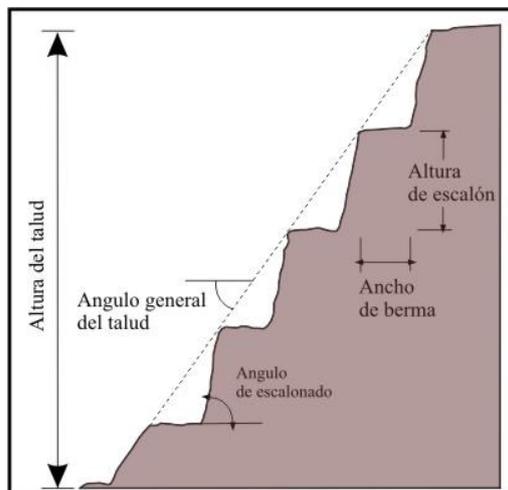


Figura 3: Esquema de un talud con bermas intermedias.

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 4).

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.

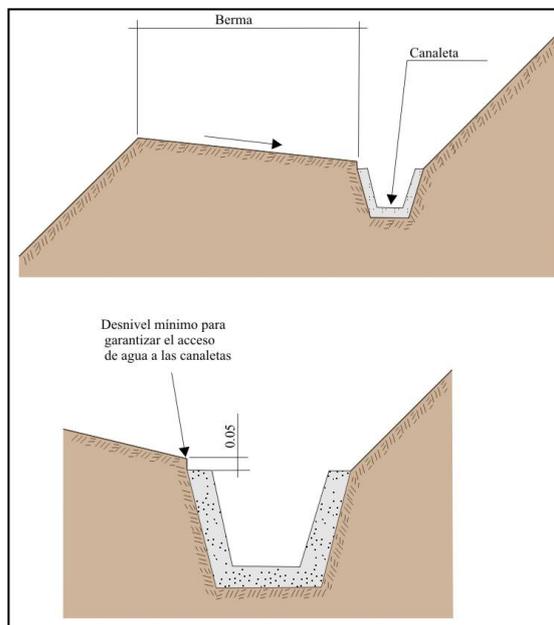


Figura 4: Detalle de una canaleta de drenaje superficial.

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 (Figura 5).

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 5 y 6).

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.

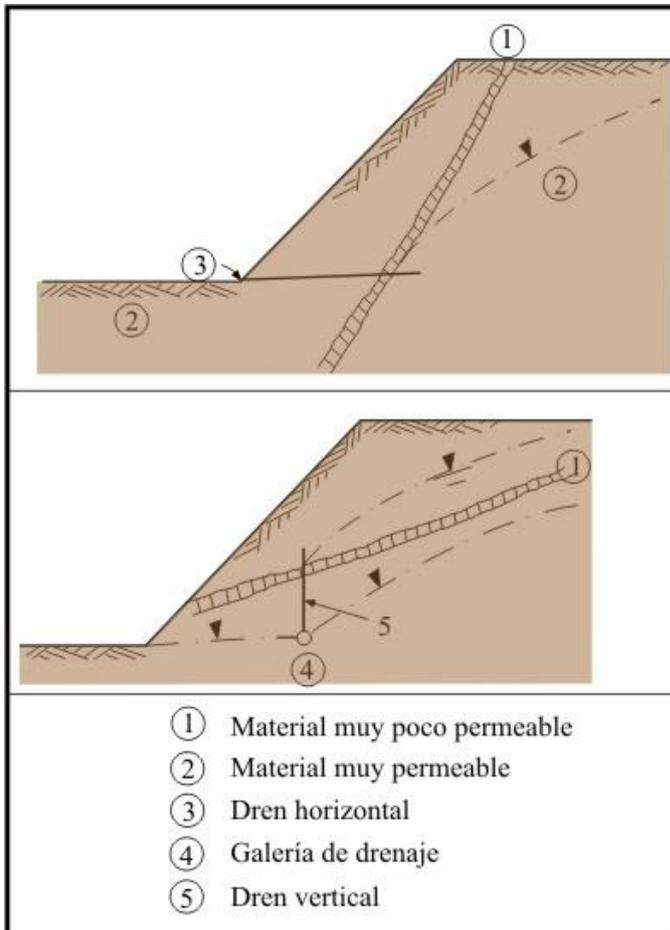


Figura 5: Disposición de sistema de drenaje en taludes no homogéneos.

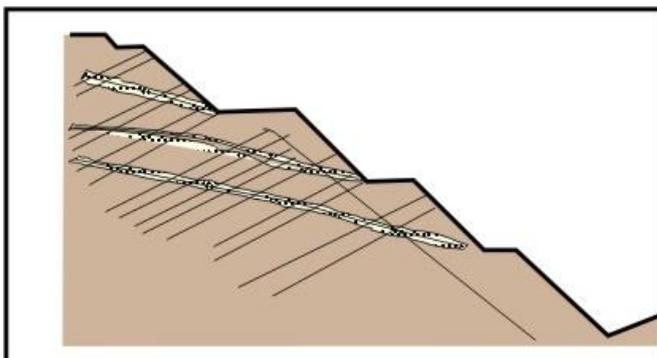


Figura 6. Esquema de drenaje de un talud por medio de drenes californianos

C) Corrección por elementos resistentes

C.1) Muros. Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (Figura 7).

En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (Figura 8). 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.

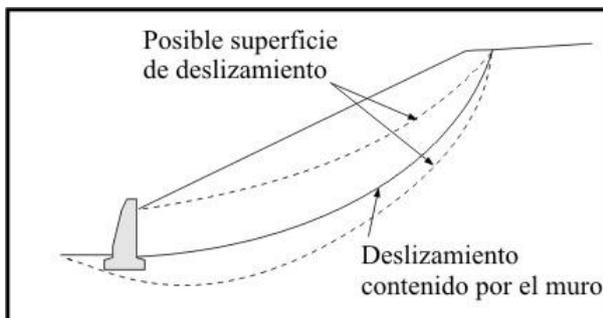


Figura 7: Contención de un deslizamiento mediante un muro.

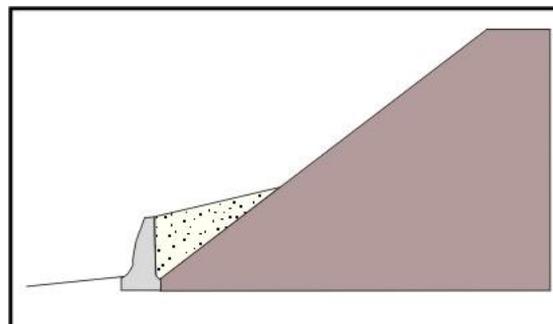


Figura 8: Relleno estabilizador sostenido por el muro.

Los muros se pueden clasificar en tres grupos (Figura 9):

- **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.

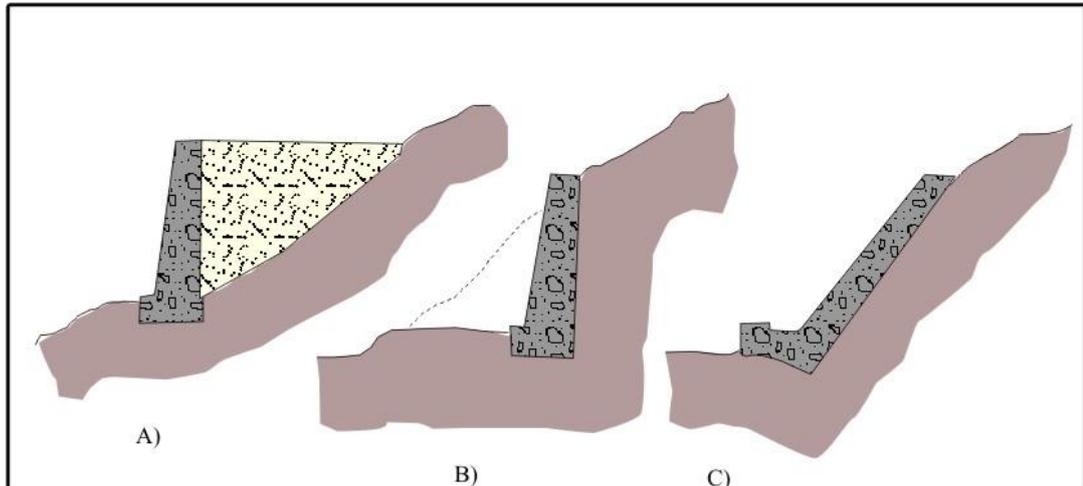


Figura 9: a) Muro de sostenimiento b) Muro de contención c) Muro de revestimiento.

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 sobrepasen 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 10, 11 y 12).

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.

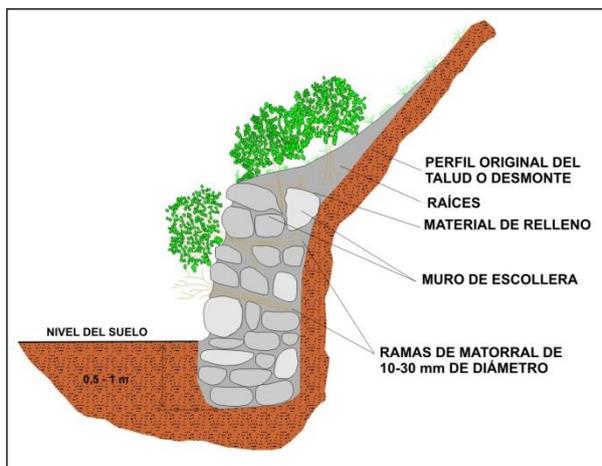


Figura 10 A). Muros de gravedad de piedra seca.

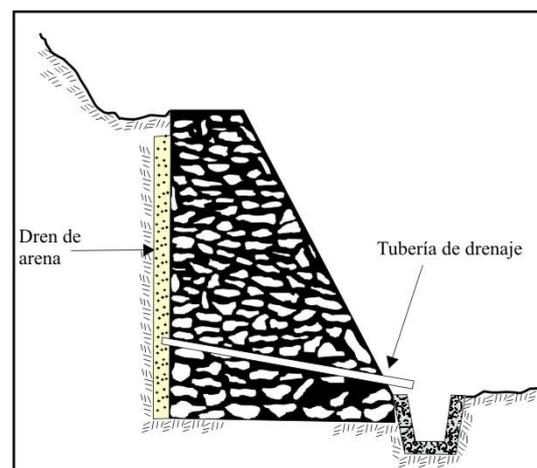


Figura 10 B) Muros de gravedad de piedra argamasada.

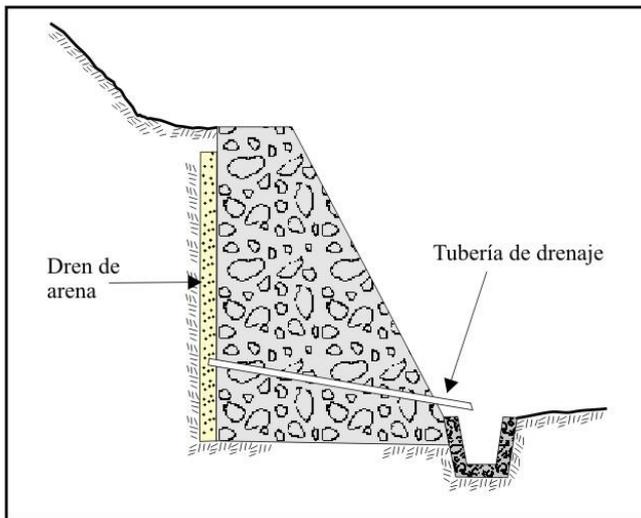


Figura 11: Muros de gravedad de concreto ciclópeo.

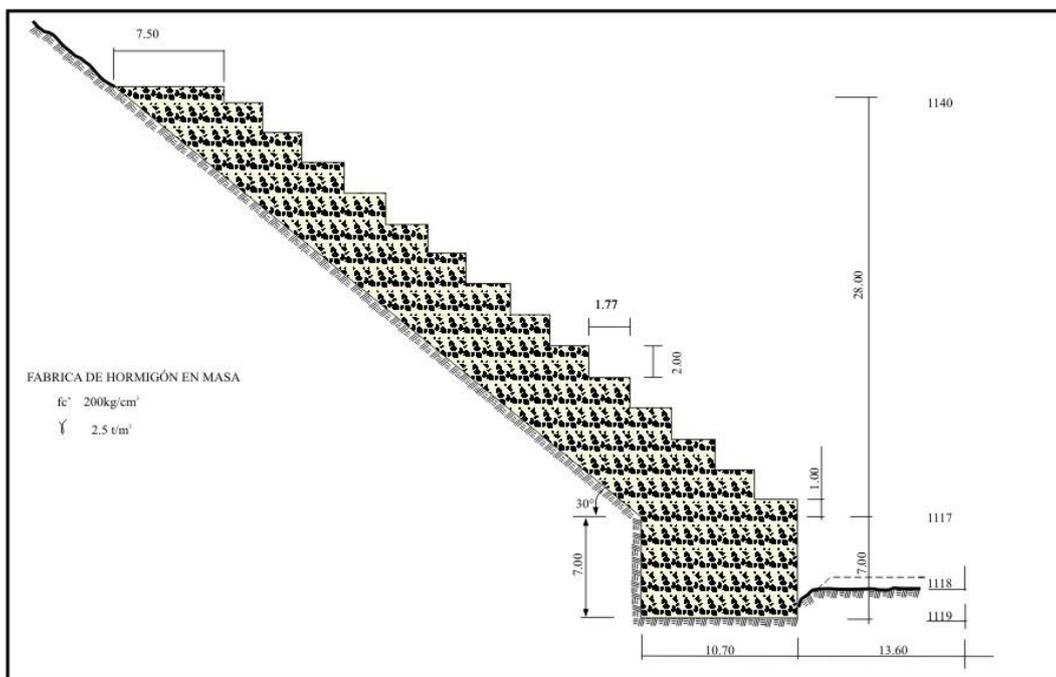


Figura 12: Muros de espesor máximo.

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 13).

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.

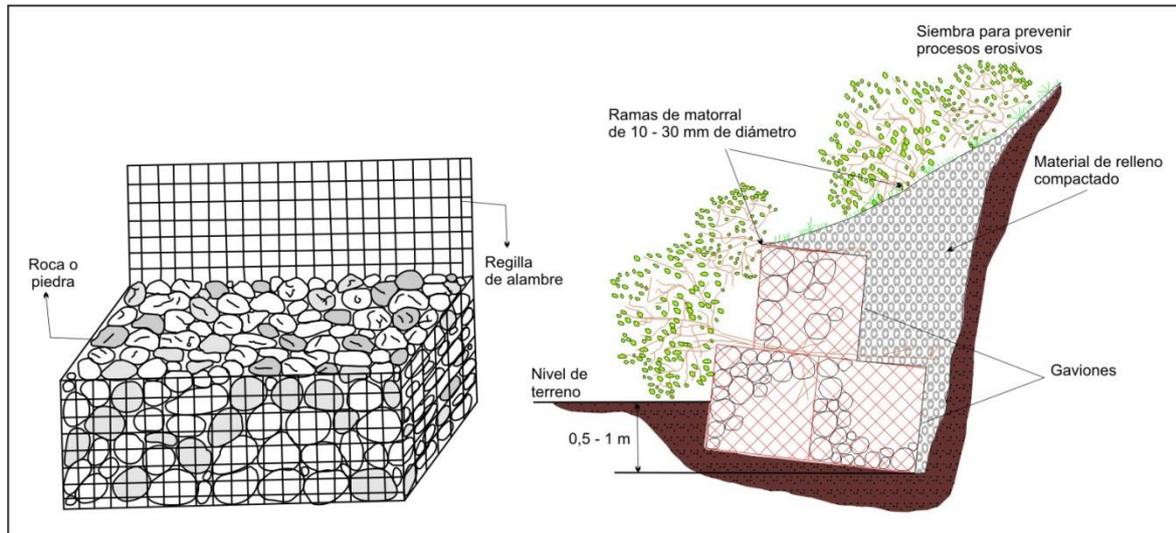


Figura 13: Muro de gavión.

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 14, 15, 16 y 17).
- 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 18 y 19), 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.

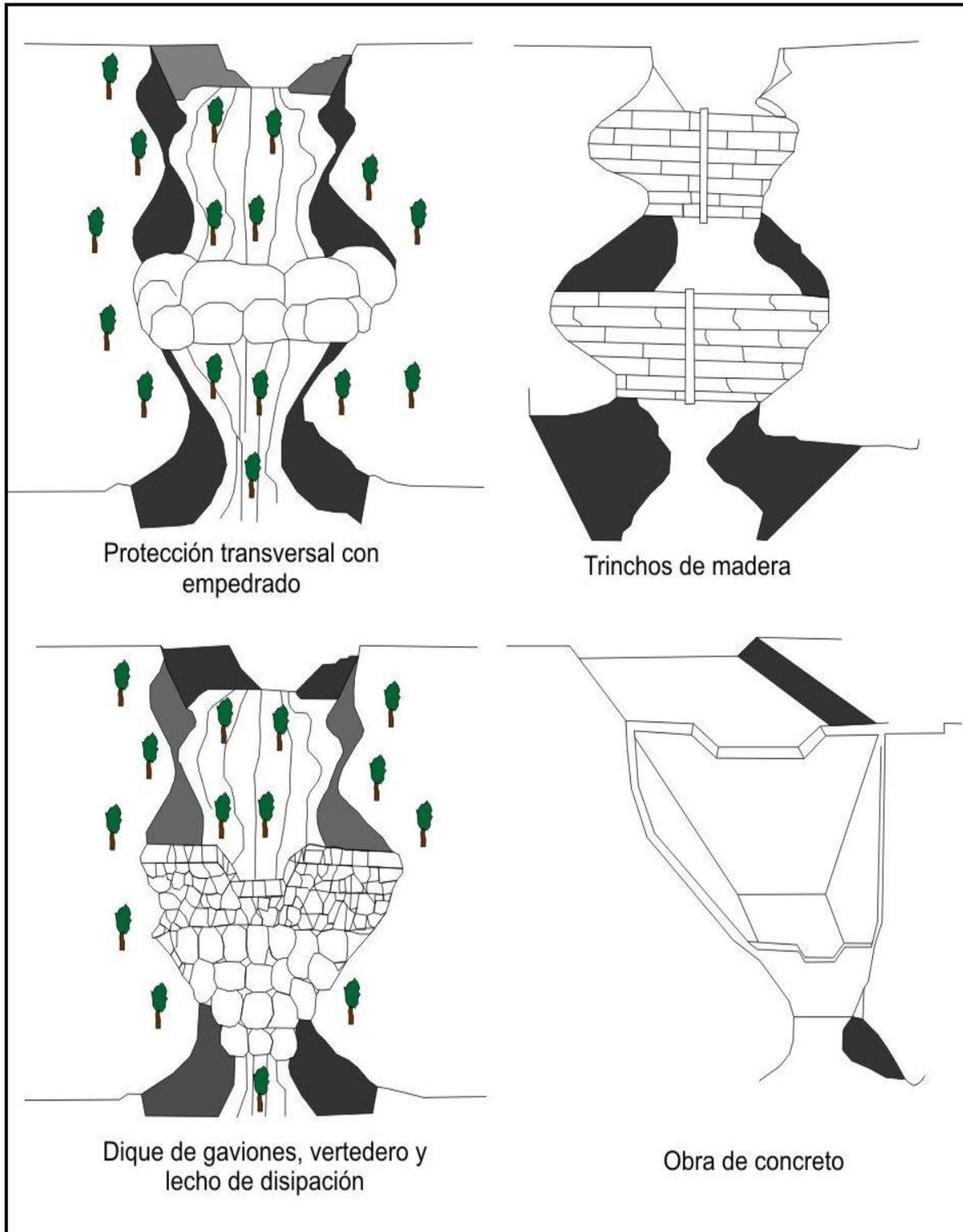


Figura 14: Obras hidráulicas transversales para el control de la erosión en cárcavas.

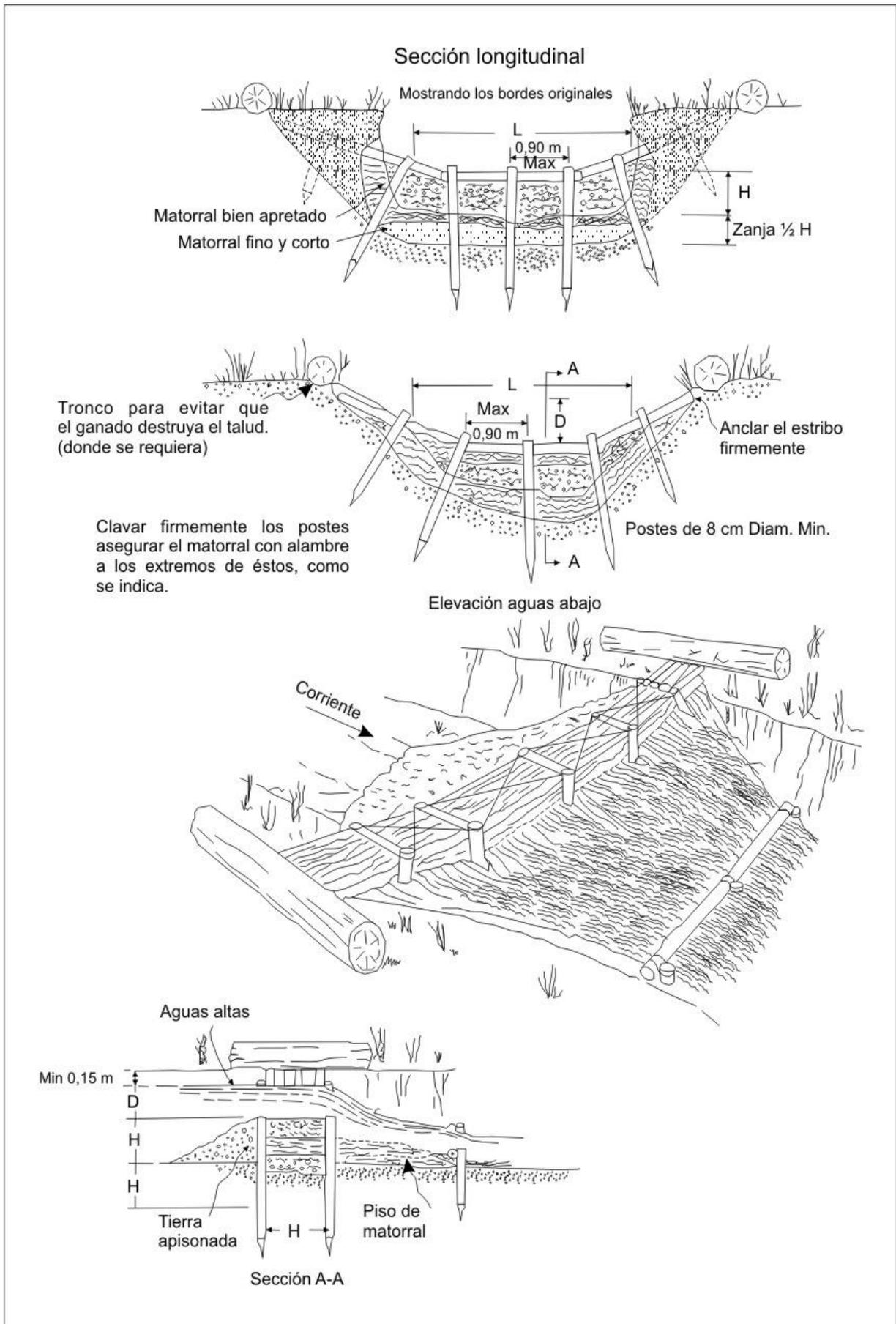


Figura 15: Trincho o presa de matorral tipo doble hilera de postes.

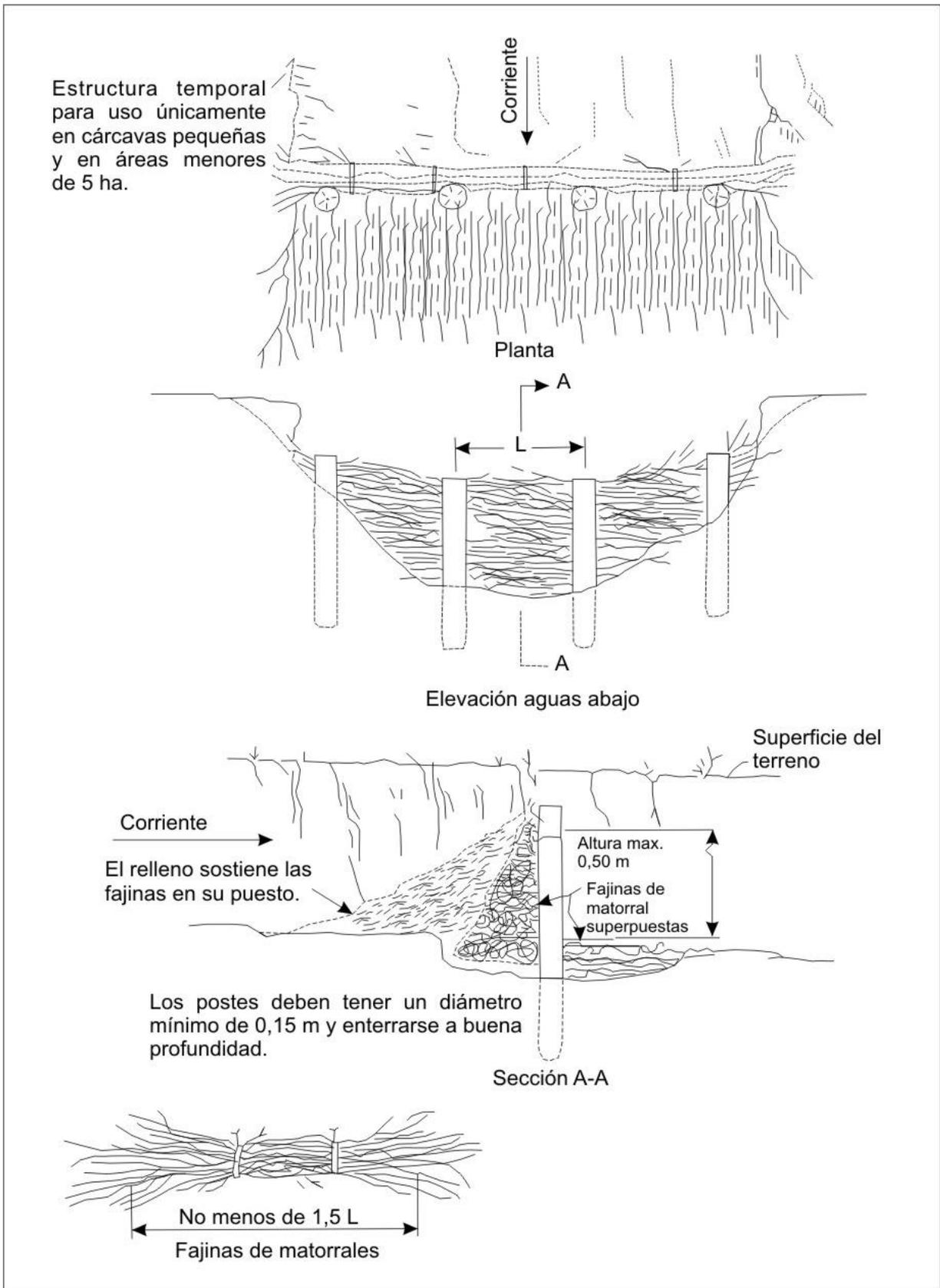


Figura 16: Trincho o presas de matorral tipo una hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964).

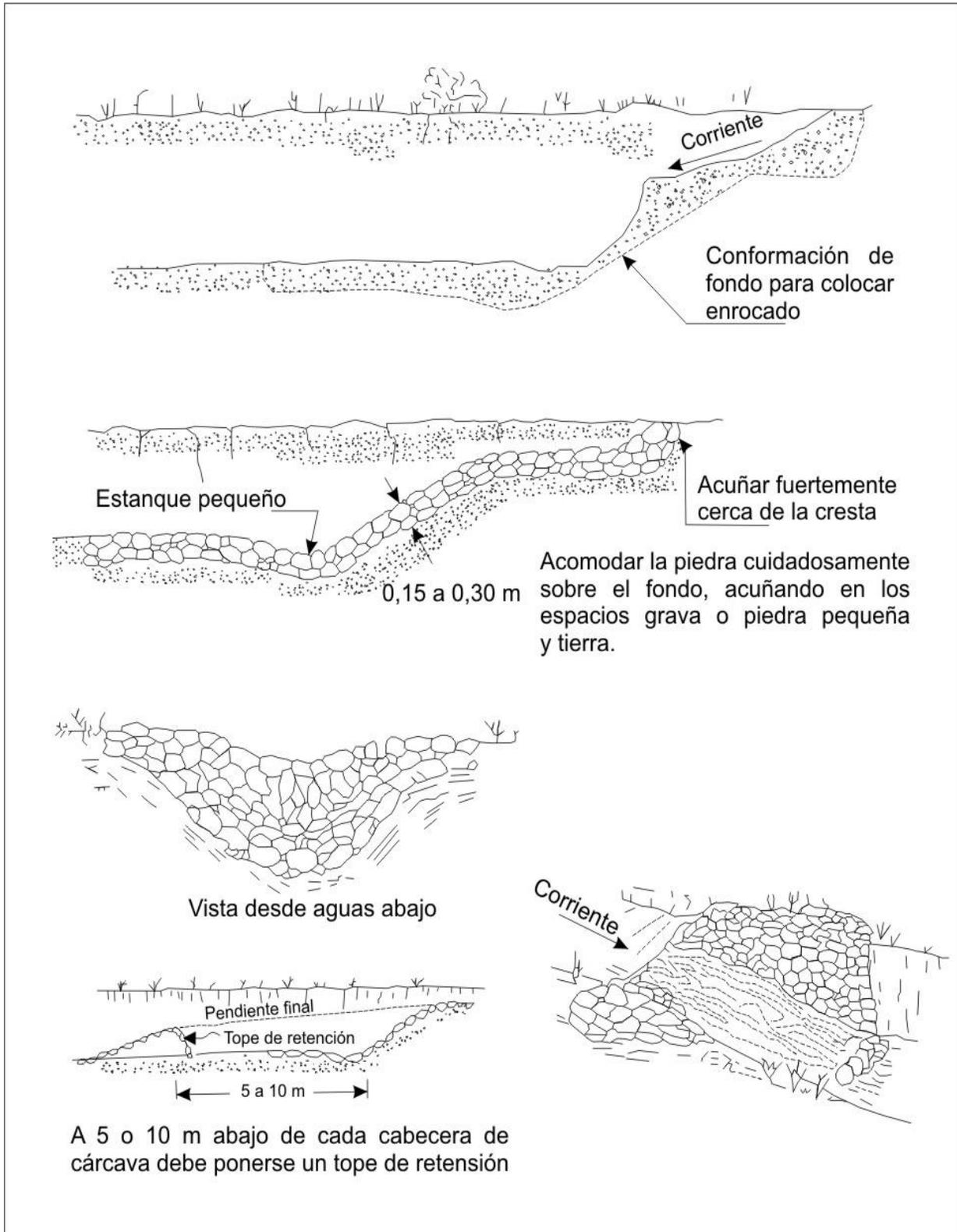


Figura 17: Trincho de piedra para cabecera de cárcava en zona de mina (adaptado de Valderrama et al., 1964).

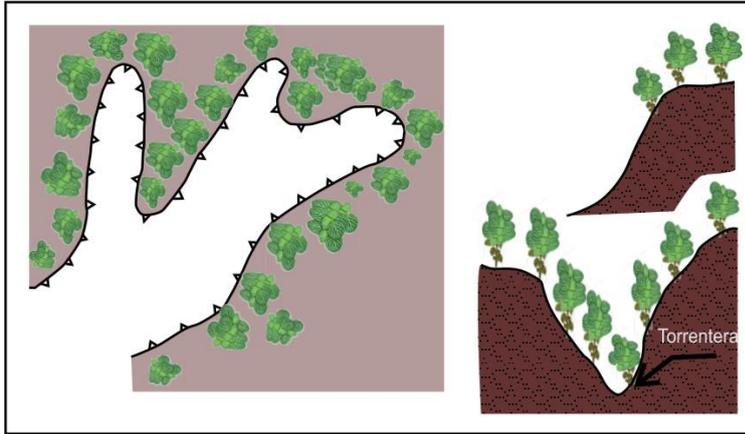


Figura 18: Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.

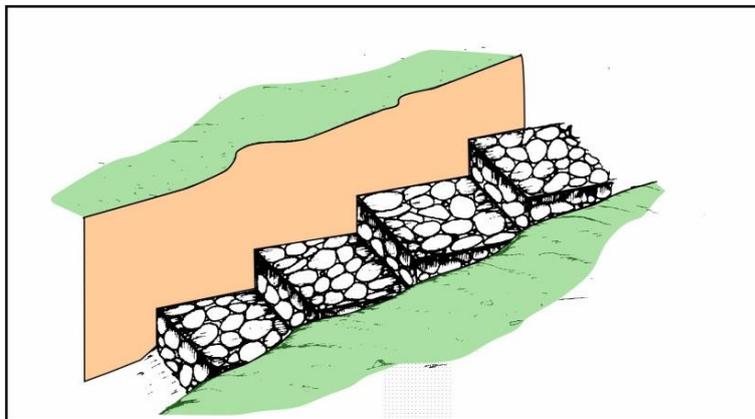


Figura 19: Protección del lecho de la quebrada con muros escalonados (andenes), utilizando bloques de roca o concreto armado.

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 20).
- 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 21).
- 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.

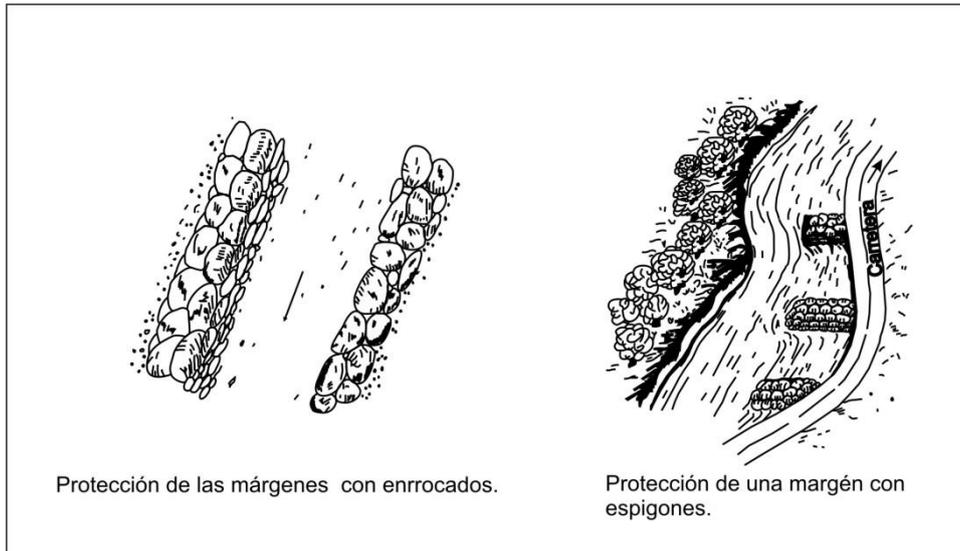
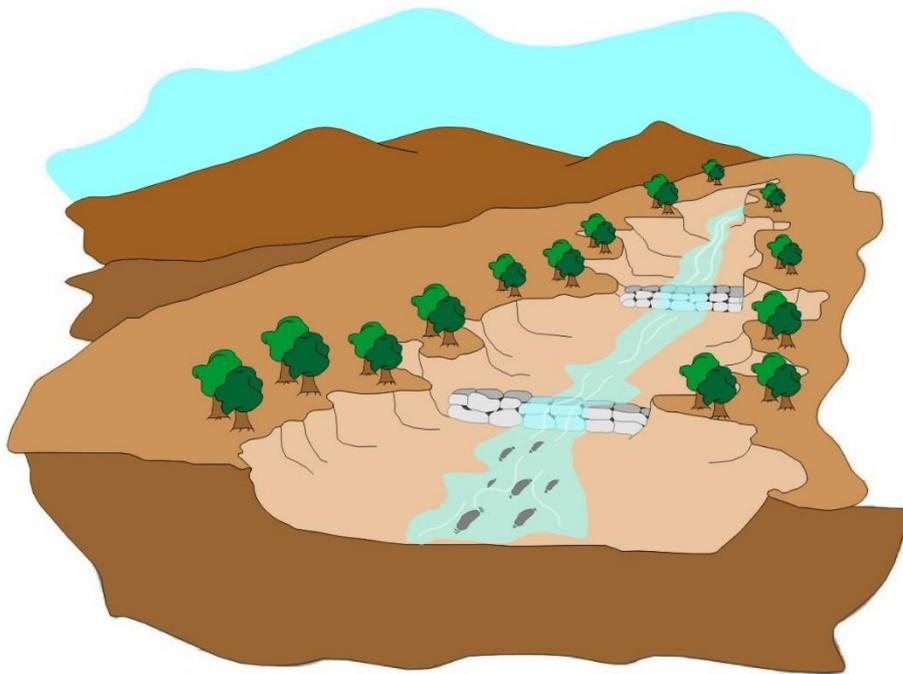


Figura 20: Protección de márgenes con enrocados, espigones y siembra de bosques ribereños.



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

Figura 21: Presas transversales a cursos de quebradas.

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).

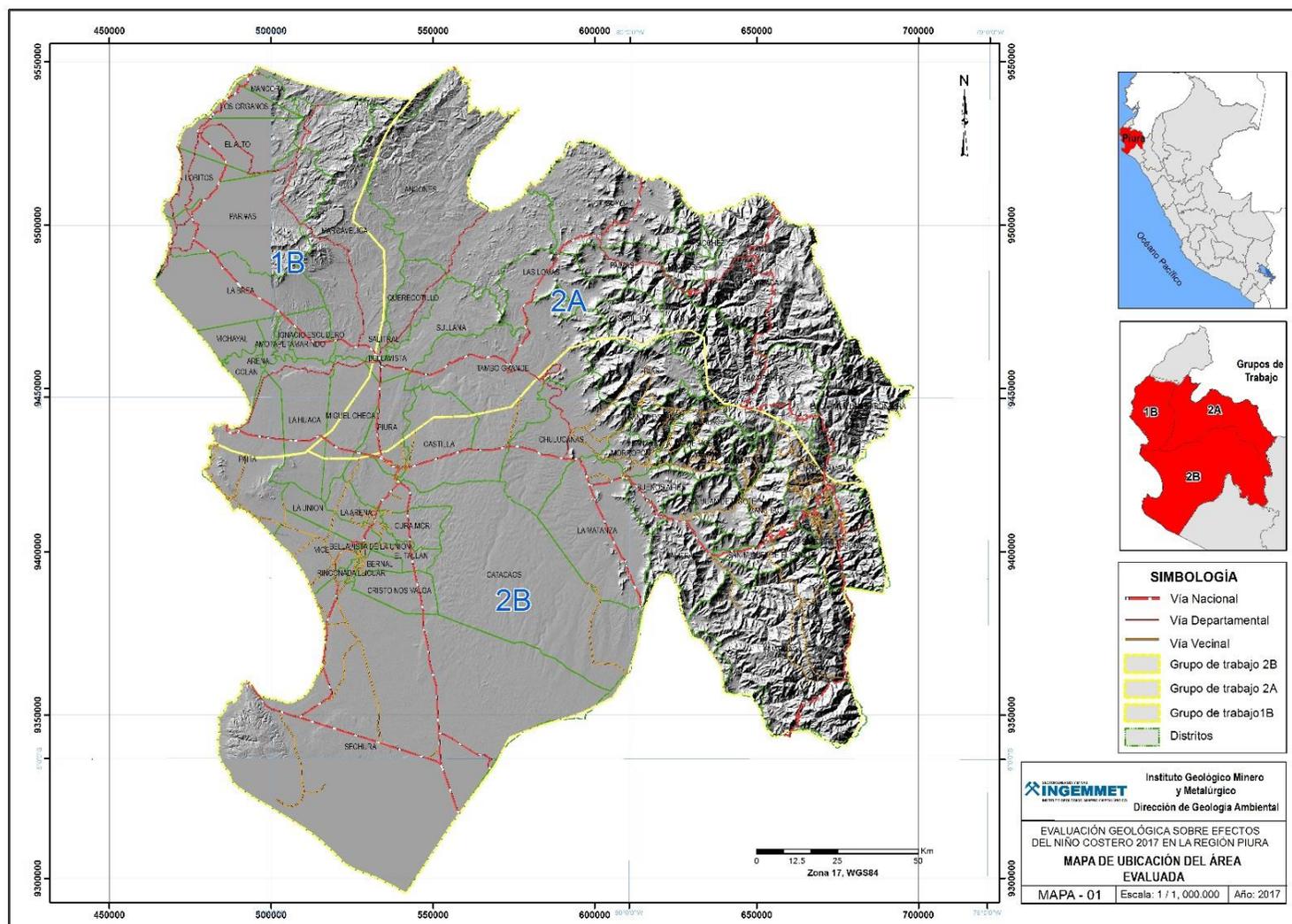
- Capacidad de bombeo suficiente para evacuar el agua de drenaje en el interior del sistema de diques de defensa.
- Carreteras y otras vías de comunicación para el acceso al sistema de defensa, que permita el tránsito de personas y equipos durante las operaciones de defensa o para los trabajos de mantenimiento.
- 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.

ANEXO 3: FIGURAS Y MAPAS

- MAPA 01: MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA EVALUADA



- MAPA 02: MAPA DE PUNTOS DE CONTROL GEOLÓGICO
- MAPA 03: MAPA DE PELIGROS QUE AFECTAN POBLADOS
- MAPA 04: MAPA DE PELIGROS QUE AFECTAN CARRETERAS
- MAPA 05: MAPA DE PELIGROS QUE AFECTAN INFRAESTRUCTURA