



**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA  
AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

**INFORME TÉCNICO N° A 6705**

**“EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL  
CENTRO POBLADO MIRAVE Y SECTOR ALTO MIRAVE”**

**(Distrito Ilabaya, Provincia Jorge Basadre, Región Tacna)**

**Por:**

**Lucio Medina Allcca  
Griselda Luque Poma**

**Febrero, 2016**



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

**INGEMMET**

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>7</b>
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>	<b>11</b>
4.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS .....	11
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS .....</b>	<b>14</b>
<b>6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS.....</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>22</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXO I: MAPAS .....</b>	<b>26</b>

**“EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO  
POBLADO MIRAVE Y SECTOR ALTO MIRAVE”  
DISTRITO ILABAYA – PROVINCIA JORGE BASADRE – REGIÓN TACNA**

## **1. INTRODUCCIÓN**

El Alcalde de la Municipalidad Distrital de Ilabaya, mediante Oficio **N° 557-2015-MDII/A**, de fecha 17 de setiembre del 2015, se dirige a la Presidenta del Consejo Directivo del Ingemmet solicitando la intervención para determinar el Nivel de peligrosidad del Centro Poblado Mirave declarado en Estado de Emergencia mediante el Decreto Supremo N° 025 – 2015 - PCM. Además, la Directora General de Programas y Proyectos en Vivienda y Urbanismo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, mediante Oficio N° 078 - 2016-VIVIENDA/VM, de fecha 21 de enero 2016, dirigida a la Presidenta del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), solicita la evaluación de Peligros Geológicos del Centro Poblado Mirave, distrito Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, departamento Tacna.

Atendiendo a los documentos antes mencionados y por encargo del Presidente del Consejo Directivo del Ingemmet, el Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó al Ing. Lucio Medina Allcca para realizar la evaluación técnica de peligros geológicos ubicados en el Centro Poblado Mirave, distrito Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, departamento Tacna, entre los días 11 y 12 de noviembre del 2015.

Los trabajos de inspección se realizaron con la presencia de representantes de la Municipalidad Distrital de Ilabaya.

En el presente informe de inspección, contiene datos de observaciones realizadas en campo y la información disponible de trabajos anteriores realizados en el área. Incluye texto, ilustraciones y fotografías del área, así como conclusiones y recomendaciones.

## **2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA**

El Centro Poblado de Mirave pertenece al distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, departamento Tacna. Se ubica en la desembocadura de la microcuenca de la quebrada Mirave, a una altitud promedio de 1100 m s.n.m. Figura 1 y 2.

El sector Alto Mirave (área propuesta para reubicación), se ubica a un kilómetro y al oeste del Centro Poblado Mirave, entre las quebradas Mirave y Ahorcado, a una altitud aproximada de 1160 msnm.

El área evaluada está comprendida entre las coordenadas UTM: 8068000 – 8066300 Norte y 334000 – 336000 Este. Datum WGS 84. Zona 19S.

El acceso desde Lima, se realiza por vía aérea o terrestre hasta la ciudad de Tacna, luego se continúa por vía terrestre por la Panamericana Sur hasta el desvío Locumba, desde ahí continúa por la ruta a Ilabaya hasta llegar al Centro Poblado Mirave.

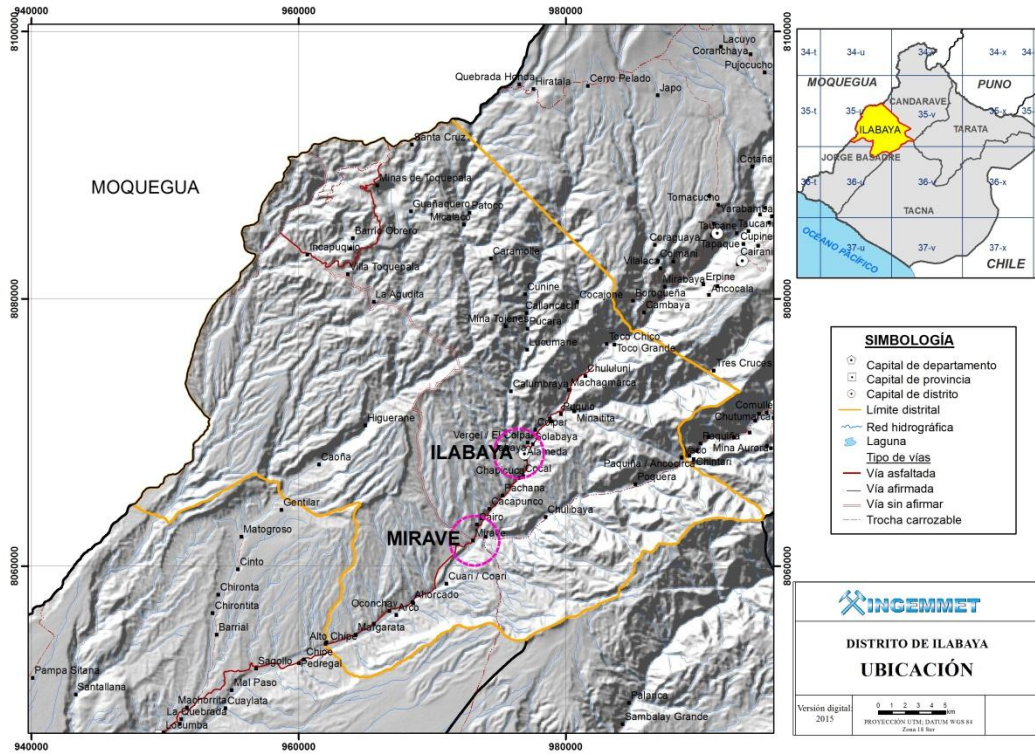


Figura 1. Mapa de ubicación

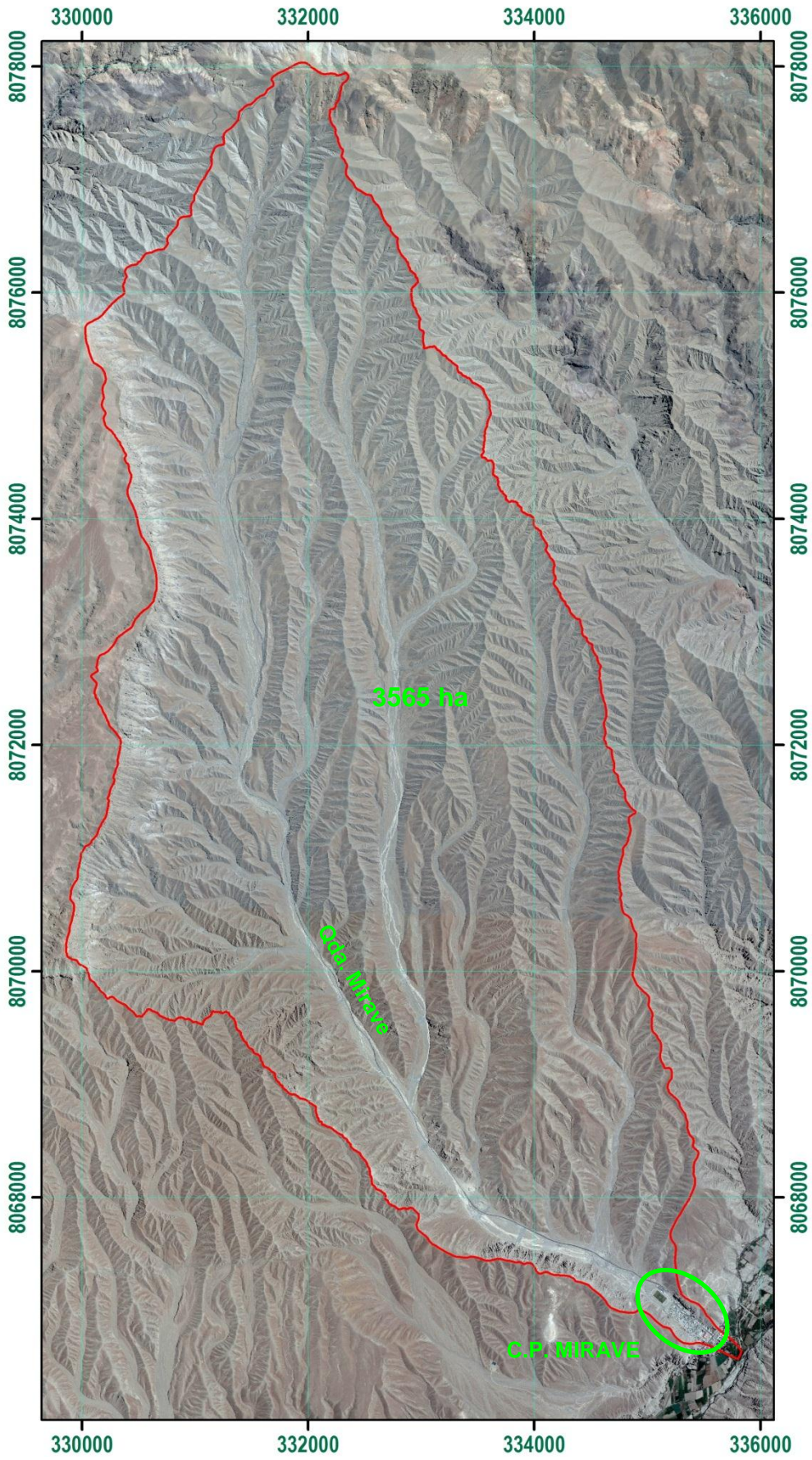


Figura 2. Con línea roja se encuentra delimita la microcuenca Mirave.

Según el SENAMHI (2010), la precipitación acumulada durante el periodo lluvioso normal para la microcuenca de Mirave se encuentra entre el rango de 5 a 10 mm. Figura 3.

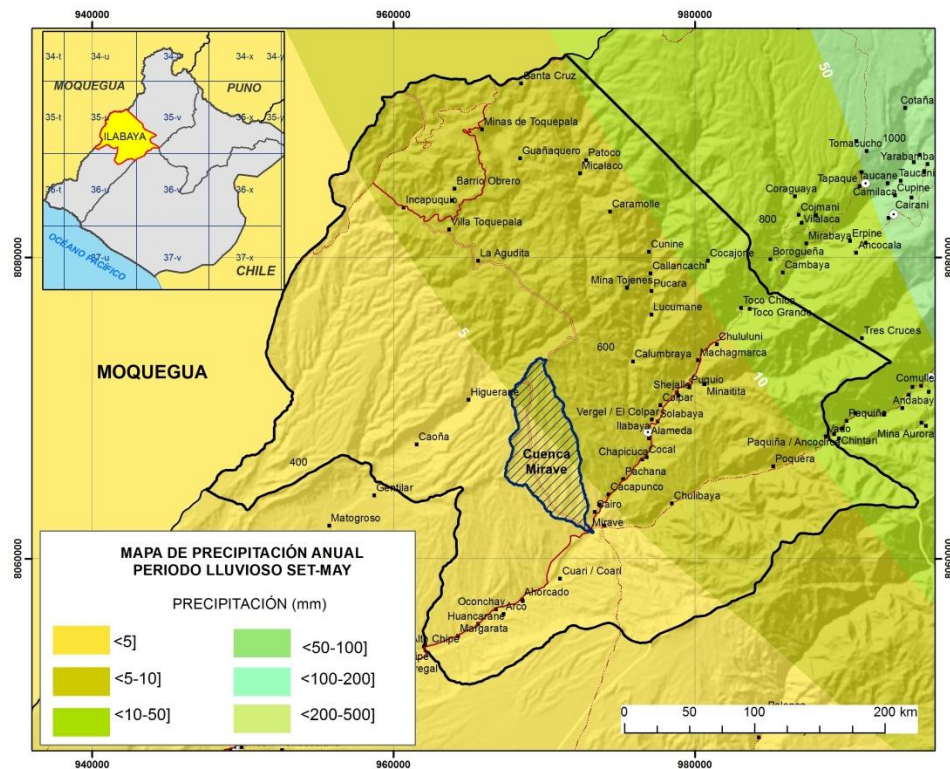


Figura 3. Mapa de precipitación acumulada durante el periodo lluvioso normal. Fuente: SENAMHI, 2010.

La mayoría de viviendas del Centro Poblado Mirave están construidas en base material noble. Ver Foto 1.



Foto 1. Viviendas del Centro Poblado Mirave.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio, se desarrolló teniendo como base la Cartas Geológicas del Perú: Mapa Geológico del Cuadrángulo de Moquegua, Hoja 35-u, Cuadrante II, escala 1:50 000 (Martínez & Zuloaga, 2000). Mapa publicado por Ingemmet. También se trabajó en base a la interpretación de fotografías aéreas, imágenes de satélite (disponibles en ArcGIS Online) y observaciones de campo.

#### 1.1 ESTRATIGRAFÍA

Las unidades geológicas que afloran en el área de estudio, corresponden a rocas sedimentarias del Paleógeno-Neógeno y depósitos cuaternarios (Mapa 1), diferenciándose las siguientes formaciones:

##### **Formación Moquegua Inferior (PN-mo\_i)**

La Formación Moquegua fue descrita por Adams (1908) como serie de capas continentales, compuestas por arcillas, areniscas, conglomerados, areniscas tobáceas y tobas de color rojizo a blanco amarillento, que afloran típicamente en el valle de Moquegua y se extiende por centenares de kilómetros, tanto al norte como al sur de dicho valle, entre la Faja Costanera y el pie de la Cordillera occidental.

Según Martínez & Zuloaga (2000). En la zona de la localidad de Mirave - Ilabaya, La Formación Moquegua Inferior está compuesta por conglomerados redondeados y subredondeados, son polimícticos (Fotos 2 y 3) que presentan imbricación al suroeste, incrementándose la matriz arenosa con reducción de los materiales gruesos en dirección suroeste (Foto 4), originando un cambio de facies laterales que gradan a las secuencias de arenas medias y lodolitas de la Formación Sotillo.



Foto 2. Conglomerados redondeados con clastos polimícticos pertenecientes a la Formación Moquegua Inferior.



Foto 3. Conglomerados de la Formación Moquegua ubicado en corte de talud realizado en Sector Alto Mirave. Se observa clastos redondeados a subredondeados, soportados en una matriz arenolimososa.

#### **Depósito coluvio deluvial (Q-cd)**

Agrupación de depósitos de origen gravitacional y fluvio-gravitacional, acumulado en las vertientes o márgenes del valle; en muchos casos, son resultado de una mezcla de ambos, constituyendo escombros de laderas que cubren parcialmente a los afloramientos de la Formación Moquegua y a los depósitos proluviales.

En la zona de estudio, se reconoce a los depósitos coluviales, por su geometría y se originan por eventos de pequeños derrumbes y caídas de roca, su fuente de origen es cercana.

Conformados por material grueso de naturaleza heterogénea y heterométrica provenientes de la Formación Moquegua Inferior y de los depósitos proluviales, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla. Su distribución es caótica y constituyen depósitos de piedemonte (Foto 4).

Los depósitos deluviales están referidos a acumulaciones de depósitos de vertiente con taludes fuerte a muy fuerte, su origen está asociado a flujos no canalizados. Se les encuentra como capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños y redondeados.

#### **Depósito aluvial**

Litológicamente está compuesto por fragmentos de rocas heterométricas y heterogéneas (cantos, gravas, etc.), de formas redondeados a subredondeados



soportados en matriz de arenas, limos y arcillas, poco consolidados, cubren indistintamente a diversos afloramientos; material transportado por la corriente del río Salado y sus tributarios a grandes distancias y depositados en forma de terrazas, removibles por el curso actual del río.

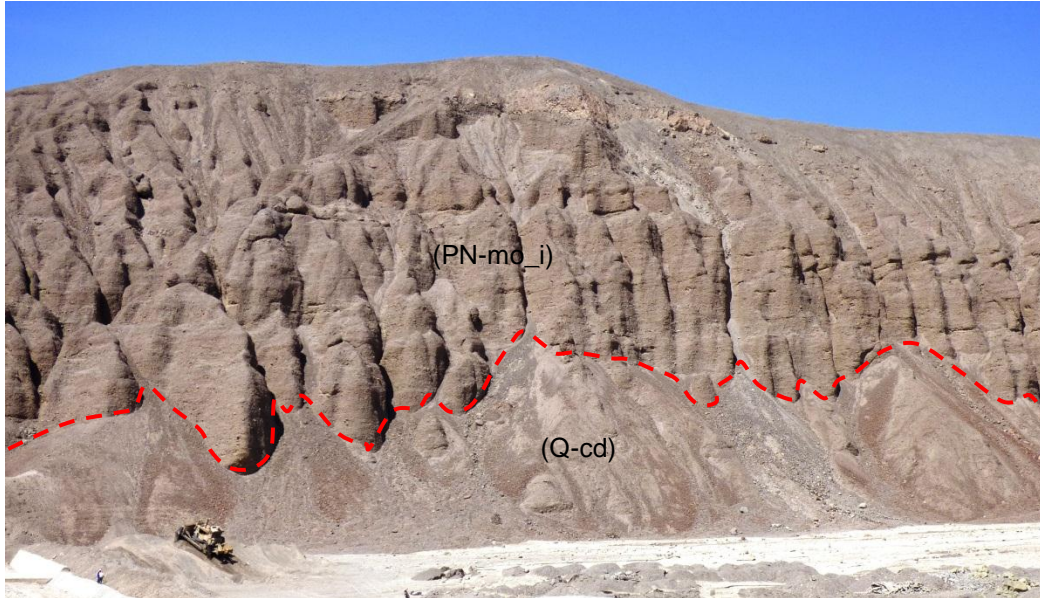


Foto 4. Afloramiento de la Formación Moquegua Inferior (PN-mo\_i) y depósitos coluvio deluviales (Q-cd).

### **Depósito aluvial**

Litológicamente está compuesto por fragmentos de rocas heterométricos y heterogéneos (cantos, gravas, etc.), de formas redondeados a subredondeados soportados en matriz de arenas, limos y arcillas, poco consolidados, cubren indistintamente a diversos afloramientos; material transportado por la corriente del río Salao y sus tributarios a grandes distancias y depositados en forma de terrazas, removibles por el curso actual del río.

### **Depósito proluvial**

Están compuestos por fragmentos rocosos polimícticos y heterométricos (bloques, bolones y detritos) soportados en matriz limoarenarcilloso (Foto 5 y 6), se encuentra depositado en forma de cono en la confluencia de la quebrada Mirave y el río Salado; además, se ubica en el fondo de valle de la quebrada Mirave y quebradas afluentes.

Los materiales o depósitos proluviales provienen de los afloramientos de la Formación Moquegua ubicados en los cerros Higuera y Piedra Labrada.

Sobre los depósitos proluviales se encuentran asentadas las viviendas de los pobladores del Centro Poblado Mirave.



Foto 5. Depósitos proluviales ubicados en el fondo de valle de la quebrada Mirave.



Foto 6. Perfil o secuencia de sedimentación de los depósitos proluviales ubicados en el fondo de valle de la quebrada Mirave.

### **Depósito fluvial (Q-fl)**

Se caracterizan por presentarse dentro del curso de los ríos, sobre todo tienen su mayor extensión en los ríos estacionarios. Litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Salado a grandes distancias, se

depositan formando terrazas bajas, también conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos.

#### 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

En general, desde el punto de vista morfoestructural regional, el área de estudio se ubica en la Cordillera Occidental del Perú disectada por varios cursos de ríos y quebradas.

En la zona, se exhiben valles con vertientes escarpadas o pendientes muy fuertes modeladas en rocas sedimentarias; los cauces de los ríos descienden con pendiente moderada hacia la vertiente del Pacífico.

##### 4.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas de la zona de estudio, se consideran criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión o denudación y sedimentación o acumulación. Las geoformas particulares individualizadas se agrupan en tres tipos generales del relieve en función a su altura relativa, donde se diferencian: 1) montañas, 2) piedemontes y 3) planicies. Ver cuadro 2.

Además, se tomó en cuenta para la clasificación de las unidades geomorfológicas, la publicación de Villota (2005).

Cuadro 2.  
Unidades geomorfológicas identificadas.

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional		
Unidad	Sub unidad	
Colinas	Colinas en roca sedimentaria	RCL-rs
Unidades geomorfológicas de carácter deposicional o agradacional		
Unidad	Sub unidad	
Piedemonte	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial	V-cd
	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	P-at
Planicie	Terraza aluvial	T-al
	Terraza fluvial	T-fl

A continuación se describen las principales unidades geomorfológicas diferenciadas, detallando su ubicación y distribución geográfica (ver mapa 2) y también se muestran algunas fotografías e imágenes de satélite ilustrativas de las geoformas características:

## **GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL**

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

### **Unidad de colinas y lomadas**

Están representadas por colinas y lomadas de relieve complejo y en diferentes grados de disección, de menor altura que una montaña (menos de 300 metros desde el nivel de base local) y con inclinación de laderas promedio superior a 16% (FAO, 1968), conforman alineamientos de carácter estructural y denudativo. Esta unidad se ubica próxima a la unidad de montañas y viene a formar parte de las estribaciones andinas.

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

Corresponde a afloramientos de roca sedimentaria, reducidos por procesos denudativos, se encuentran conformando elevaciones alargadas, con laderas disectadas y de pendiente moderada a baja. Fotos 7 y 8.



Foto 7. Relieve de colinas y lomadas modeladas en rocas sedimentarias, ubicadas en la margen derecha de la quebrada Mirave.



Foto 8. Relieve de colinas y lomadas modeladas en rocas sedimentarias, ubicadas en la margen izquierda de la quebrada Mirave.

### **GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL**

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía y los vientos; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

#### Vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd)

Esta unidad corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (derrumbes y caídas de rocas), así como también por la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas.

#### Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)

Esta unidad se encuentra asociada a los depósitos dejados por los flujos de detritos y de lodo de tipo excepcional. Tiene pendiente suave, menor a 5°.

Compuesto por fragmentos rocosos heterométricos (bloques, bolos y detritos) en matriz limoarenociloso, depositado en forma de cono en la confluencia entre la quebrada Mirave y río Salado. Sobre estos depósitos se asienta la población urbana del Centro Poblado Mirave.

### Terraza aluvial (T-a)

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

### Terraza fluvial (T-fl)

Se caracterizan por presentarse dentro del curso de los ríos, sobre todo tienen su mayor extensión en los ríos estacionarios. Litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Salado a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas, también conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos.

## **5. PELIGROS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS**

Los peligros geológicos identificados en el área de estudio, están asociados principalmente a los movimientos en masa de tipo flujos de detritos, flujos de barro, derrumbes y erosión de laderas.

El termino movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991 en PMA: GCA, 2007). Los movimientos en masa representan procesos geológicos superficiales, que involucran la remoción de masas rocosas con características inestables, depósitos inconsolidados de diferente origen, competencia y grado de cohesión, o la combinación de ambos, por efecto de la gravedad. Su ocurrencia en la zona está estrechamente ligada a factores detonantes como lluvias excepcionales de gran intensidad; en menor porcentaje se asocian a sismicidad, así como a las modificaciones en los taludes naturales realizadas al construir obras de infraestructura vial, agrícola, etc. Como factores condicionantes o intrínsecos destacan la litología (calidad de la roca y permeabilidad en algunas formaciones geológicas), morfología y pendiente de los terrenos, tipos de cobertura vegetal existentes, entre otros.

Los movimientos en masa identificados dentro del área de estudio corresponden a flujos de detritos, derrumbe y erosión en cárcava (Mapa 3).

### Flujo de detritos

Se refieren a movimientos en masa que durante su desplazamiento se comportan como un fluido; pueden ser lentos, saturados o secos, canalizados y no canalizados. Su ocurrencia en la zona de Mirave está asociada a lluvias excepcionales. Se clasifican en flujos de detritos antiguos y recientes.

### Flujos antiguos:

Cubre todo el fondo de valle de la Quebrada Mirave y sus quebradas afluyentes. Su litología está compuesta por fragmentos de rocas, gravas, arenas soportadas en una matriz limosa. Fotos 9 y 10.

Sobre los depósitos de flujos antiguos se encuentra asentada la población del Centro Poblado Mirave.



Foto 9. Depósitos de flujos antiguos.



Foto 10. Vista panorámica de depósitos de flujos antiguos.

### Flujos recientes:

Según el Informe de Emergencia N° 555 - 04/05/2015 / COEN - INDECI / 17:15 HORAS: Informe N° 17. El último evento ocurrió el 26 de marzo de 2015, a las 17:00 horas aproximadamente, a consecuencia de las intensas precipitaciones

pluviales se originó huaycos o flujos de detritos que afectaron viviendas, vías de comunicación y áreas de cultivo en la localidad de Mirave. Fotos 11, 12 y 13.

En la quebrada Mirave y sus afluentes, se observó construcción de diques transversales completamente rellenos o colmatados por depósitos de flujos de detritos y lodo (Foto 14). Indicador que señala que la microcuenca es muy activa a la ocurrencia de flujos de detritos excepcionales.



Foto 11. Vivienda afectada por flujo de detritos



Foto 12. Plaza principal de Mirave afectada por flujos recientes.  
Fuente: INDECI.





Foto 13. Flujo de detritos recientes en el fondo de la quebrada Mirave.



Foto 14. Dique transversal relleno por depósitos de flujos de detritos.

### Derrumbe.

Son desprendimientos de masas de roca, suelo, detritos o combinaciones de estos materiales. Se originan a lo largo de varias superficies irregulares o anisotropías (discontinuidades o fracturas). Se generan en zonas de arranque irregulares, con desplome visible de material como una sola unidad, alcanzando dimensiones y longitudes variables desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros.

En el área de estudio existen áreas de alta susceptibilidad a la ocurrencia de derrumbes. La ocurrencia de estos eventos podría afectar a las viviendas ubicadas al pie de los acantilados. Fotos 15 y 16.



Foto 15. Ejemplo de derrumbes que ocurren en la zona de Mirave.



Foto 16. Viviendas ubicadas al pie de los acantilados.

### Erosión en cárcava.

Proceso intenso de erosión hídrica causado por escurrimiento superficial concentrado, capaz de remover material de suelo hasta profundidades considerables.

La intensidad y la amplitud de la formación de cárcavas guardan una íntima relación con la cantidad de agua de escurrimiento y la velocidad de esta. Además, están reguladas por las características del suelo (permeabilidad y cohesión), del relieve (la pendiente), del clima y de la cobertura vegetal protectora. Las cárcavas pueden incrementar sus dimensiones en profundidad, amplitud y longitud, gracias a diversos procesos que pueden ocurrir aislada o simultáneamente. El perfil transversal de las cárcavas puede ser en V o en U,

esto dependerá del tipo de material existente. En la actualidad su avance se acelera con una serie de pequeños derrumbes.

Dentro del área de estudio, los procesos de erosión en cárcava se producen en toda el área de estudio, pero los sectores afectados con mayor intensidad se ubican en la margen derecha de la quebrada Mirave (Foto 17) y en la desembocadura de la quebrada Ahorcado.

Los depósitos producto de la erosión en cárcava afectarán la vía de acceso a la zona propuesta para reubicación denominada Alto Mirave. Además, aporta abundante material detrítico a la microcuenca Mirave.



Foto 17. Erosión en cárcava ubicada en la margen derecha de la quebrada Mirave.

## 6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

### 6.1 Reubicar la población del Centro Poblado al sector denominado Alto Mirave.

Con el fin de evitar pérdidas humanas y materiales se debe reubicar la población del Centro Poblado al sector denominado Alto Mirave.

### 6.2 Prohibir la construcción de viviendas en el fondo de valle y en la desembocadura de la quebrada Mirave.

Debido a que en el fondo de valle y en la desembocadura de la quebrada Mirave existe la presencia de depósitos de flujos de detritos, se debe de prohibir la construcción de viviendas, porque nuevas reactivaciones pueden poner en riesgo su seguridad física.

### 6.3 Para reducir la erosión en cárcava, construcción de barrera, rellenos y cortacorrientes en ladera superior a la zona propuesta para reubicación.

Construir obras hidráulicas y de control de erosión, mediante diques transversales como trinchos de madera, de enrocado o gaviones. Figura 4.

El objetivo de esta medida, es disminuir la energía del agua, retener sedimentos.

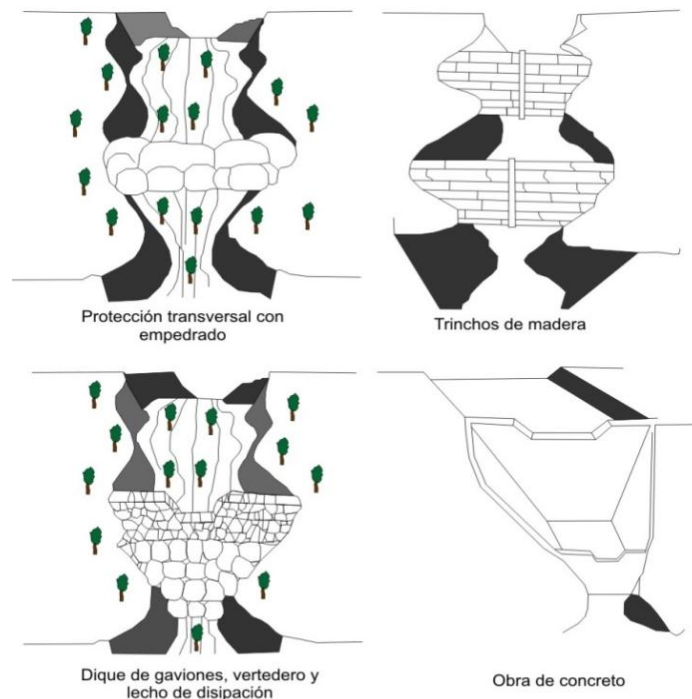


Figura 4. Obras hidráulicas transversales para cárcavas, fijación de sedimentos y protección de desaguaderos naturales (Tomado de Instituto Nacional de Vías-Colombia-1998).

**6.4 En la zona propuesta para reubicación (Alto Mirave) se debe construir sistema de drenaje respetando el sistema de drenaje natural.**

Para evitar inundaciones y/o filtraciones a causa de lluvias excepcionales, se debe construir sistema de drenaje respetando el sistema de drenaje natural.

**6.5 Estabilizar los taludes de la carretera de acceso al sector Alto Mirave.**

En la zona de acceso o entrada al sector Alto Mirave, se debe estabilizar los taludes afectados por erosión en cárcava y pequeños derrumbes.

**6.6 Reubicar las viviendas construidas al pie de los acantilados o zonas de derrumbes.**

Las viviendas construidas en el pie de los acantilados y en zonas de derrumbes deben ser reubicadas. Otra alternativa sería realizar obras de contención y/o estabilización del talud.

**6.7 En el área propuesta para reubicación se debe realizar en lo posible una microzonificación sísmica.**

Con el fin de conocer la capacidad portante y estructura de los suelos de cimentación en el área propuesta para la reubicación, se deben realizar estudios de microzonificación sísmica (IGP, CISMID)

## CONCLUSIONES

1. Geológicamente, el Centro Poblado Mirave se encuentra asentado sobre depósitos proluviales compuestos por fragmentos rocosos polimícticos y heterométricos (bloques, bolos y detritos) soportados en matriz limoarenociloso. El origen de los depósitos corresponde a antiguas ocurrencias de flujos de detritos y de lodo proveniente de los afloramientos sedimentarios de la Formación Moquegua Inferior. La pendiente del terreno es suave, menor a 5°.
2. En el área propuesta para la reubicación afloran materiales de la Formación Moquegua Inferior. Litológicamente está compuesta por conglomerados redondeados y subredondeados con clastos polimícticos soportados en matriz areno limoso, medianamente a poco consolidado.
3. Geomorfológicamente, el área propuesta para reubicación, sector Alto Mirave, se ubica en ladera de colina modelada en roca sedimentaria, cuya pendiente varía entre 8° y 14°. En general, a excepción del área aplanada, la superficie del terreno es ondulada y disectada por torrenteras de escurrimientos excepcionales.
4. Los movimientos en masa identificados y comunes dentro del área de estudio corresponden a flujos de detritos, derrumbe y erosión en cárcava.
5. La población del Centro Poblado Mirave se encuentra asentada sobre depósitos de flujos de detritos antiguos; con tendencia a reactivarse (Cambio Climático y F. El Niño)
6. El 26 de marzo de 2015, a las 17:00 horas aproximadamente, en la microcuenca de la quebrada Mirave a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales originaron huaicos o flujos de detritos que, en su discurrir, afectaron viviendas, vías de comunicación y áreas de cultivo en la localidad de Mirave.
7. En la quebrada Mirave y sus afluentes, se observó construcción de obras de defensa como diques transversales completamente rellenos o colmatados por depósitos de flujos de detritos y lodo. Indicador que señala que la microcuenca es muy activa a la ocurrencia de flujos de detritos periódicos y/o excepcionales.
8. En la zona de estudio existen áreas de alta susceptibilidad a la ocurrencia de derrumbes. La ocurrencia de estos eventos podría afectar a las viviendas ubicadas al pie de los acantilados (laderas o cortes de talud verticales) y/o laderas con pendiente muy escarpada.

9. En las laderas de las colinas que rodea a la localidad de Mirave, ocurren procesos de erosión de ladera del tipo cárcavas y surcos; debido al tipo de material y baja compactación.
10. Según la información vertida en el presente informe, la microcuenca de la quebrada Mirave presenta una condición de Alto Peligro, por lo tanto se considera, a los centros poblados ubicados en su ámbito, en PELIGRO INMINENTE, que comprometen la seguridad física de las viviendas, tierras de cultivo y toda la infraestructura pertenecientes al Centro Poblado Mirave.
11. Los peligros geológicos identificados y que pudieran afectar parcialmente el área propuesta para reubicación (Alto Mirave) corresponden a erosión de laderas y flujos de detritos de ocurrencia excepcional.

## **RECOMENDACIONES**

1. Reubicar la población del Centro Poblado al sector denominado Alto Mirave.
2. Prohibir la construcción de viviendas en el fondo de valle y en la desembocadura de la quebrada Mirave.
3. Prohibir la construcción de viviendas en la zona afectada por derrumbes y áreas adyacentes a las escarpas.
4. Para reducir la erosión en cárcava, construcción de barrera, rellenos y cortacorrientes en ladera superior a la zona propuesta para reubicación.
5. En la zona propuesta para reubicación (Alto Mirave) se debe construir sistema de drenaje respetando el sistema de drenaje natural.
6. Estabilizar los taludes de la carretera de acceso al Sector Alto Mirave.
7. Reubicar las viviendas construidas al pie de los acantilados o zonas de derrumbes.
8. En el área propuesta para reubicación se debe realizar estudios de microzonificación.



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIAS PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS – PMA: GCA (2007). Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile. Publicación Multinacional N° 4, 432p.

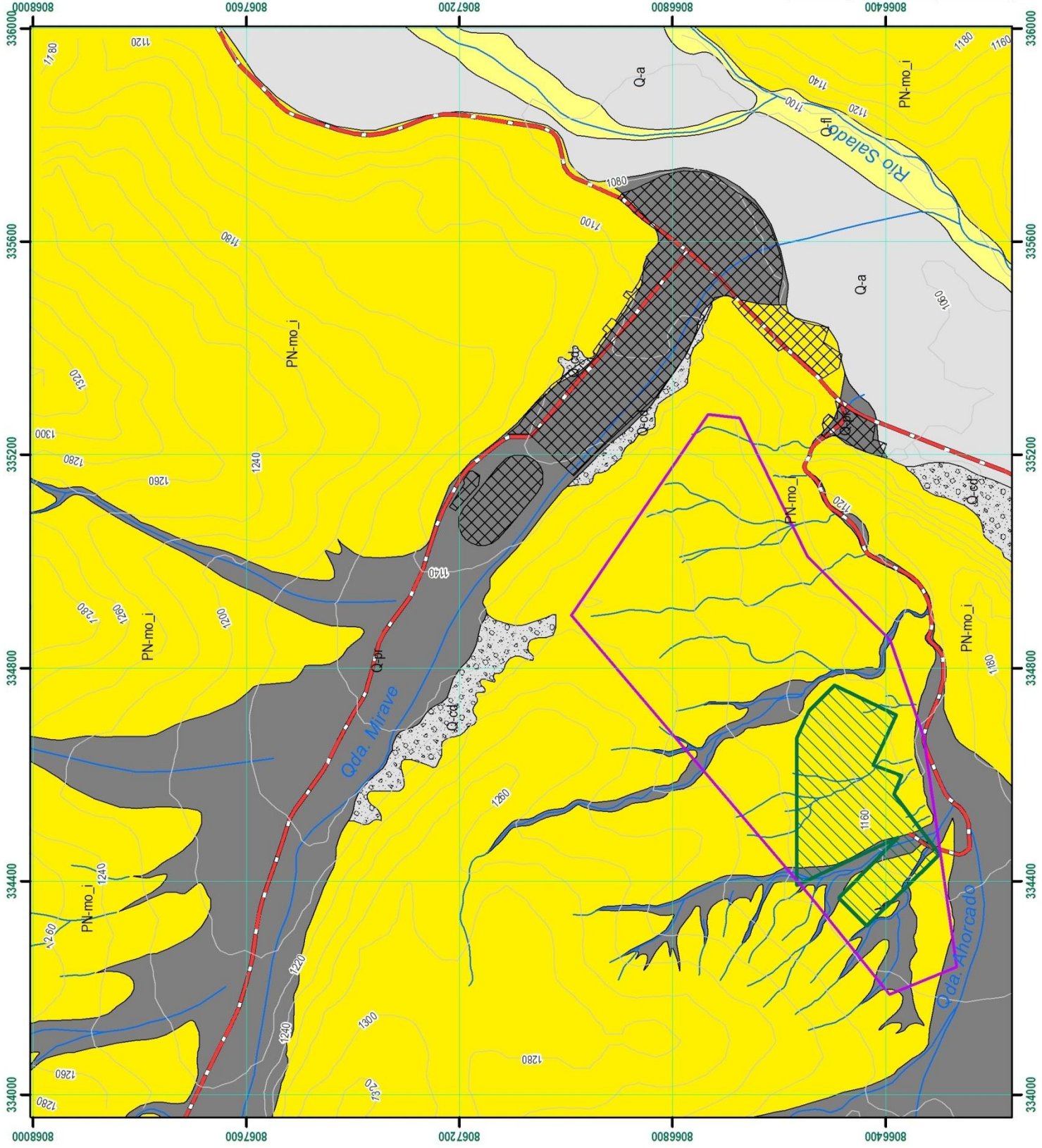
MARTÍNEZ, W. & ZULOAGA, A. (2000) - Mapa Geológico del Cuadrángulo de Moquegua, Hoja 35-u, Cuadrante II, escala 1:50 000. INGEMMET. Carta Geológica Nacional.

MARTÍNEZ, W. & ZULOAGA, A. (2000) - Memoria explicativa de la geología del cuadrángulo de Moquegua (35-u), Escala 1:50 000. Lima: INGEMMET. 12 p.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI (2010) - Mapa de Precipitación Anual-Periodo Normal (Septiembre-Mayo). En INDECI, Atlas de Peligros del Perú. Lima. Págs. 318-319. (Consulta: 19 de enero 2016). Disponible en:  
[http://www.indeci.gob.pe/atlas\\_10/atlas/23\\_%20SENAMH\\_314\\_339.pdf](http://www.indeci.gob.pe/atlas_10/atlas/23_%20SENAMH_314_339.pdf)

VILLOTA, H. (2005) Geomorfología Aplicada A Levantamientos Edafológicos Y Zonificación De Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá, Colombia.

## **ANEXO I: MAPAS**



**Simbología**

- Drenaje
- Curvas de nivel
- Accesos
- Zona propuesta para reubicación (M. D. Ilabaya)
- Límite Alto Mirave (M. D. Ilabaya)
- Centro Poblado Mirave

**Legenda**

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICA
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> Q-fl</div> <div style="width: 20%;"> Depósito fluvial</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> Q-pr</div> <div style="width: 20%;"> Depósito proluvial</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> Q-a</div> <div style="width: 20%;"> Depósito aluvial</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> Q-cd</div> <div style="width: 20%;"> Depósito coluvio deluvial</div> </div>
		PALEÓGENO NEÓGENO	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> PN-mo_j</div> <div style="width: 20%;"> Formación Moquegua inferior</div> </div>

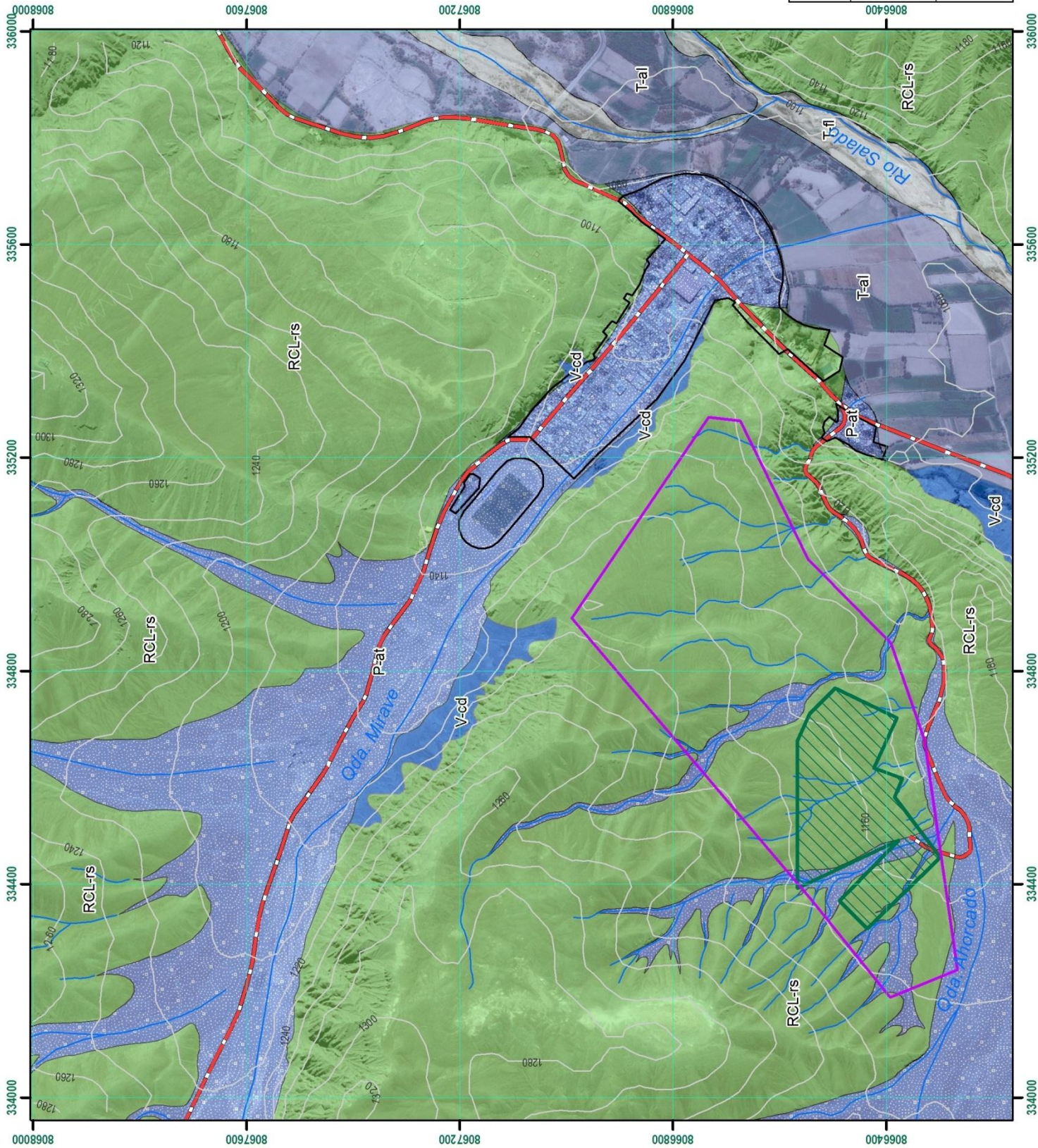


**MAPA 1. GEOLOGIA**  
**CENTRO POBLADO MIRAVE Y SECTOR ALTO MIRAVE**  
**ILABAYA - JORGE BASADRE - TACNA**

Proyección UTM  
 Datum WGS 84  
 Zona 19S

Escala: 1/10,000  
 Metros





### Simbología

	Drenaje
	Curvas de nivel
	Accesos
	Zona propuesta para reubicación (M. D. Ilabaya)
	Límite Alto Mirave (M. D. Ilabaya)
	Centro Poblado Mirave

### Legenda

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	
Unidad	Sub unidad
Colinas	Colinas en roca sedimentaria
	RCL-rs
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL	
Unidad	Sub unidad
Predomente	Vertiente o piedemonte coluto-deluvial
	V-cd
Planicie	Vertiente o piedemonte aluvio-lorrencial
	P-at
	T-ai
	T-ai
	T-ai
	T-fi

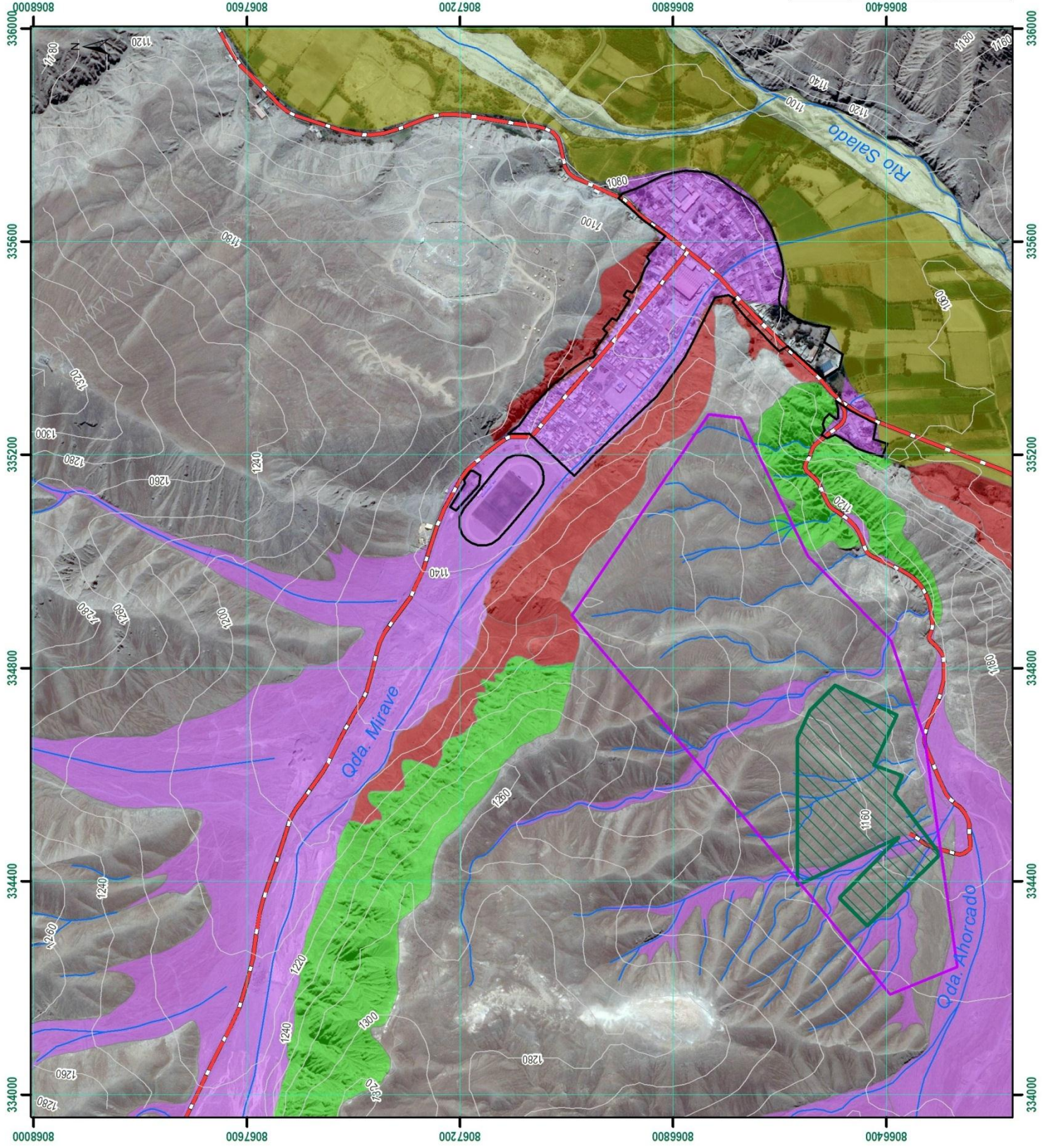


### MAPA 2. GEOMORFOLOGÍA CENTRO POBLADO MIRAVE Y SECTOR ALTO MIRAVE ILABAYA - JORGE BASADRE - TACNA

Proyección UTM  
Datum WGS 84  
Zona 19S

Escala: 1/10,000  
Metros





**Simbología**

- Drenaje
- Curvas de nivel
- Accesos
- Zona propuesta para reubicación (M. D. Ilabaya)
- Límite Alto Mirave (M. D. Ilabaya)
- Centro Poblado Mirave

**Leyenda**

- Zona de derrumbes
- Flujo de detritos
- Erosión en cárcava intensa
- Terraza aluvial
- Curso de río



MAPA 3. PELIGROS POR MOVIMIENTOS EN MASA  
CENTRO POBLADO MIRAVE Y SECTOR ALTO MIRAVE  
ILABAYA - JORGE BASADRE - TACNA

Proyección UTM  
Datum WGS 84  
Zona 19S

Escala: 1/10,000  
Metros

