SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico Nº A6949

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE LAREDO

Región La Libertad
Provincia Trujillo
Distrito Laredo

OCTUBRE
2019

VERSIÓN N° 001 CARÁTULA DE INFORME TÉCNICO – INGEMMET / 27.09.19

INDICE

RESUMEN 3
1. INTRODUCCIÓN 4
2. ANTECEDENTES 5
3. OBJETIVOS 7
4. METODOLOGÍA 7
4.2. Gabinete I: 8
4.3. Campo: 8
4.4. Gabinete II: 8
5. ASPECTOS GENERALES 9
5.1. Ubicación y accesibilidad 9
5.2. Población y actividades económicas 10
5.3. Clima 10
5.4. Hidrografía 11
6. GEOMORFOLOGÍA 12
6.1. Metodología para obtener un mapa geomorfológico 12
6.2. Clasificación de unidades geomorfológicas 13
6.3. Unidades geomorfológicas de la localidad de Laredo 13
6.3.1. Unidad de Planicies Inundables 13
6.3.2. Unidad de Piedemonte 16
6.3.2. Unidad de geoforma eólica 16
6.3.3. Unidad de colinas 17
6.3.4. Unidad de lomadas 18
6.3.5. Unidad de Montañas 19
7. GEOLOGÍA 22
7.1. Geología regional 22
7.2. Geología estructural 22
7.3. Geología local 23
8. GEODINÁMICA 28
8.1. Caracterización de peligros geológicos 28
8.2. Análisis de causas de los peligros geológicos 29
CONCLUSIONES 40
RECOMENDACIONES 41
ANEXO 43

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE LAREDO

(Distrito de Laredo, provincia de Trujillo, región La Libertad)

RESUMEN

Los peligros geológicos por movimientos en masa e inundaciones, etc., ocasionan desastres en cualquier región y afectan, en diferente grado a las poblaciones, vías de comunicación, infraestructura hidráulica, etc., generando altos costos en los trabajos de recuperación de las zonas afectadas, sumándose a estas consecuencias, la pérdida de vidas humanas y económicas, así como la interrupción de las actividades socio-económicas y comerciales.

Es por ello que este estudio tiene como objetivo evaluar y caracterizar los peligros geológicos a los que están expuestos la población de la localidad de Laredo, distrito de Laredo, provincia de Trujillo, región La Libertad, mediante la cartografía de las unidades geológicas y geomorfológicas que predominan localmente, así como el análisis de las causas que lo originan, identificando también en campo los daños y zonas críticas expuestas a ser afectadas por dichos eventos geológicos.

Los trabajos de campo realizados para evaluar los peligros geológicos que puedan presentarse y atentar con la seguridad física de la población de Laredo, a pedido de la Municipalidad distrital de Laredo, provincia de Trujillo, fueron efectuados por el geólogo: Edinson Ramos, especialista del área de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, con el apoyo de un miembro de Defensa Civil de la Municipalidad distrital en mención, durante 2 días.

Las zonas estudiadas se asientan sobre depósitos aluviales y terrazas aluviales antiguas, presenta pendientes bajas descendentes hacia el río Moche. En base a la identificación de daños, elementos expuestos y análisis de causas de los peligros geológicos se identificó que, en épocas de lluvias extremas, los sectores estudiados son afectados por Inundación pluvial, flujos de detritos, flujos de lodo y arenamiento, con algunas zonas susceptibles a caída de rocas. Ante ello se debe considerar las medidas de control y prevención estructural o no estructural (administrativas), recomendadas en este informe para atenuar sus efectos o impactos en las poblaciones.

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, a los Gobiernos Regionales, Locales y comunidades.

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

Modificarse el inicio 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 riesgos 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 encuentra adscrito al CENEPRED se establecerán las disposiciones que correspondan”.

Ante ello, la Municipalidad del distrito Laredo por medio de su Gerencia, solicitó al INGEMMET, realizar la “Evaluación geológica y geodinámica por peligros geológicos” dado que en la zona de estudio se vienen presentando recurrentemente en los periodos de eventos de El Niño, activando quebradas estacionales ubicadas en la parte norte, noreste y noroeste de Laredo, que originan inundaciones y flujos de detritos, estos eventos afectaron a la seguridad física de la población (salud, viviendas, vías de acceso y terrenos de cultivo).

La información que se otorga en este informe, se pone en consideración de la comunidad científica y técnica, autoridades municipales, para la toma de decisiones en temas de prevención ante la ocurrencia de peligros geológicos o de origen natural, información que constituye la base para desarrollar proyectos futuros de reordenamiento territorial preventivo y desarrollo sostenible de las comunidades. También se pone a disposición del Ministerio de Vivienda y Construcción, Transporte y Comunicaciones, Defensa, Agricultura, Educación y Salud, Autoridad Nacional del Agua (ANA) e instituciones del SINAGERD, para que de alguna manera se propongan políticas, programas y acciones de prevención.

2. ANTECEDENTES

Como trabajos anteriores se ha recopilado estudios de temas geológicos y de riesgos geológicos realizados en la región Libertad, información técnica necesaria para la elaboración del siguiente informe, tales como:

- Geología del cuadrángulo de Salaverry, (Hoja; 17-f-IV), realizado por INGEMMET (2013): En el cual brinda información geológica a escala 1.50000.

- Boletín geológico de los Cuadrángulos de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa, (Hojas; 16-d, 16-e,16-f,17-e,17-f,18-f), Realizado por el Servicio de Geología y Minería (1976), informe en el cual se detallan aspectos geológicos, geomorfológicos y estructurales a escala 1.100000 donde se encuentra la zona de estudio.

- Riesgo Geológico en la Región La Libertad, boletín N°50, serie C (INGEMMET, 2012), dicho estudio evalúa los problemas de geodinámica externa (peligros geológicos por movimientos en masa e inundaciones) que afectan la región La Libertad, teniendo como objetivo contribuir a la gestión de riegos de desastres, proponen medidas de mitigación en los puntos críticos que pueden ser afectados por peligros geológicos. También contiene información geológica actualizada, clima, hidrografía, sismicidad etc. Presenta una tabla de principales peligros ocurridos durante el fenómeno de El Niño 1997-1998, específicamente destacan los ocurridos en el distrito de Laredo, con los daños obtenidos como se muestran en el Cuadro A:

Cuadro A
Principales peligros hidrogeológicos ocurridos durante el fenómeno de El Niño 1997-1998

14/02/1998	Laredo	Intensas lluvias produjeron flujos de detritos, lo que dejó 674 damnificados, 133 casas destruidas, un pueblo joven destruido y 80 ha de cultivo arrasado. Fuente diario: La República

De igual forma se registran en anexos de dicho informe la estimación del peligro en las zonas afectadas del distrito de Laredo por flujos de detritos, como se muestra en el Cuadro B:

Cuadro B Principales áreas afectadas por flujos			
Paraje o sector/distrito/provincia/Código de inventario	**Causas (factores condicionantes/Desencadenantes)**	**Comentario geodinámico**	**Daños ocasionados o probables**
Quebrada León, Laredo, Trujillo.115441053	Pendiente del terreno, escases de vegetación. Precipitaciones pluviales intensas.	Flujo de detritos excepcionales, se reactivó por la presencia de lluvias excepcionales generadas por el Fenómeno El Niño.	En el fenómeno de El Niño 1983-1984, afectó al poblado de Laredo, terrenos de cultivo, cementerio, torres de alta tensión, granjas, etc.
Caballo Muerto, Laredo, Trujillo.115441054	Pendiente del terreno, escases de vegetación. Precipitaciones pluviales intensas		Podría afectar la granja avícola.
Flanco sureste del cerro Compartición / Caballo Muerto Laredo, Trujillo.115441055	Pendiente del terreno, escases de vegetación. Precipitaciones pluviales intensas.	Flujo de detritos antiguos que se reactivó por la presencia de lluvias excepcionales generadas por el Fenómeno El Niño.	Áreas sujetas a flujos, no construir viviendas.
Quebrada Santo Domingo, Laredo Trujillo,115441058	Pendiente del terreno, escases de vegetación. Precipitaciones pluviales intensas.	Arenamiento y flujo de detritos antiguos, que se reactivó por la presencia de lluvias excepcionales generadas por el Fenómeno El Niño.	Afectaría al canal del proyecto Chavimochic
Cerro la compañía, Laredo, Trujillo.115441060	Pendiente del terreno, escases de vegetación/Precipitaciones pluviales intensas	Flujo de detritos antiguos que se reactivó por la presencia de lluvias excepcionales generadas por el Fenómeno El Niño.	Podría afectar terrenos de cultivo.
Quebrada Bagón, Laredo, Trujillo.115441062	Pendiente del terreno, escases de vegetación/Precipitaciones pluviales intensas		Afectaría a viviendas asentadas en el abanico, sector Quirhuac y las Cocas
Cerro Alto Guitarra, Quebrada el Chino, Laredo, Trujillo.115441063	Sustrato de mala calidad, meteorizado, escasez de vegetación, precipitación pluvial intensa	Flujo de detritos antiguos que se reactivó por la presencia de lluvias excepcionales generadas por el Fenómeno El Niño.	Podría afectar terrenos de cultivo y carretera.
Quebrada río Seco, Laredo, Trujillo.115441052	Pendiente del terreno, escasez de vegetación/Precipitaciones pluviales intensas		Podría afectar terrenos de cultivo y granjas de ave de corral

- Evaluación geológica de las zonas afectadas por el evento de El Niño Costero 2017 en las regiones de La Libertad y Cajamarca, informe técnico N°A6769 (INGEMMET, 2017), Dicho estudio evaluó los problemas de geodinámica externa (peligros geológicos por movimientos en masa e inundaciones) que afectaron los centros poblados de estas regiones, durante El Niño Costero 2017. Se tiene un inventario de peligros geológicos con sus recomendaciones específicas, como se muestra en la siguiente tabla específicamente en el CP. Laredo, que es la zona de interés del presente estudio (Cuadro C).

Tipo de peligro	Centros poblados	Provincia	Región	Número	Acción recomendada	Observaciones
Flujo de detritos	Quebrada San Carlos (Laredo)	Trujillo	La Libertad	20	Reubicación	Afectó viviendas, restaurante campestre, canal de riesgo y trocha carrozable

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos generales

- Realizar la evaluación geológica, geomorfológica en la localidad de Laredo, Distrito de Laredo, Provincia de Trujillo.
- Generar información geocientífica que contribuya a los planes de prevención de desastre, ordenamiento territorial y desarrollo nacional.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar los peligros geodinámicos y/o hidrogeológicos que afectan la seguridad física de este poblado, determinar las causas y consecuencias de la ocurrencia.
- Realizar la cartografía respectiva de los peligros geológicos o eventos geodinámicos presentes en la zona de estudio.
- Identificar zonas críticas y los elementos expuestos para tener un alcance de la vulnerabilidad ante la ocurrencia del peligro geológicos.
- Brindar las conclusiones y recomendaciones respectivas, para mitigar el riesgo por peligro geológico, con medidas estructurales o no estructurales de prevención y/o reducción.

4. METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo del estudio geológico, geomorfológico y geodinámico constara de 3 etapas: Gabinete I, Campo, Gabinete II, descritos a continuación.

4.2. Gabinete I:

Los trabajos de gabinete I consistieron en las siguientes etapas:

• Recopilación y evaluación de información bibliográfica, topográfica, hidrometeorológica, geológica, sísmica, hidrogeológica, sobre uso de suelo, e información de registros de peligros geológicos históricos de desastres.

• Generación del mapa topográfico base, generados mediante el procesamiento de información geográfica (SIG), a partir de un modelo digital de terreno (MDT) obtenido del servidor Alos Palsar.

• Generación de mapas temáticos preliminares para su respectiva comprobación de campo a escala 1.20000.

• Recopilación de mapas geológicos de la zona a escala 1.100 000 y 50 000, extraídos de la base de INGEMMET.

• Interpretación de imágenes satelitales Google Earth de la zona de estudio.

4.3. Campo:

La inspección técnica de campo tuvo una duración de dos días en los alrededores del centro poblado de Laredo, donde se realizaron las siguientes actividades:

• Caracterización, cartografiado e identificación de zonas críticas ante peligros geodinámicos que puedan afectar la seguridad física de la población de Laredo u obras de ingeniería, etc.

• Caracterización y cartografía local de unidades litoestratigráficas y geomorfológicas.

• Coordinación con las autoridades distritales de Laredo y sus dirigentes comunales con la finalidad de difundir el estudio y sensibilización sobre la temática de prevención de desastres.

4.4. Gabinete II:

Los trabajos de gabinete II consistirán en las siguientes etapas:

• Procesamiento y depuración de datos según la comparación de la información obtenida en las etapas de Gabinete I y Camp• Elaboración y preparación mapa temáticos finales tales como mapas geológicos, geomorfológicos y de peligros geológicos a la 1.20 000, tomando como referencia la cartografía geológica a escala 1.50 000 del INGEMMET.

• Inventariado local de peligro geológicos, estimación del peligro en base a los factores condicionantes, desencadenantes, elementos expuestos y análisis de la actividad sísmica.

• Preparación y redacción del informe final.

5. ASPECTOS GENERALES

5.1. Ubicación y accesibilidad

El poblado de Laredo, pertenece al distrito del mismo nombre, Provincia de Trujillo, región La Libertad, se encuentra ubicado en el margen derecho del río Moche, a 8 km en línea recta al este de la ciudad de Trujillo.

Para acceder, se parte de Trujillo por la Panamericana Norte hasta llegar al desvío de Laredo, (carretera pavimentada 10A), siguiendo por la carretera 773, hasta llegar a dicho poblado. Recorriendo 11.7km, empleando un tiempo total de 30 min aproximadamente.

El distrito de Laredo, limita por el norte con el distrito de Simbal, por el sur con el distrito de Salaverry, por el este con el distrito de Poroto y por el oeste con el distrito de Trujillo, (Figura 01 y Mapa 1.1-Anexo).

Dicho poblado se encuentra ubicado al fin de la plataforma continental y al pie de las estribaciones andinas de la cordillera Occidental de los Andes, a 3km en la margen derecha de la Cuenca del río Moche, específicamente en la coordenada UTM, WGS84; 724864 E, 9105583 N, cota:104 m s.n.m, Zona 17S.

-El itinerario de trabajo fue el siguiente:

Ruta	Vía	Recorrido-Tiempo
Trujillo- Laredo	Carretera pavimentada	11.7km-30 min

Figura 01: Ubicación de la zona de estudio (Poblado de Laredo).
Fuente: Google Map

5.2. Población y actividades económicas

Según el INEI (censo, 2017), el distrito de Laredo lo constituyen 37206 habitantes, presenta una superficie 335.44 km^2, con una densidad poblacional de 110.92 hab/km^2. Su economía se basa en la agricultura, siendo la siembra de caña de azúcar la principal, además de maíz, espárragos, leguminosas y algunas frutas como: fresa, guanábana y piña que se encuentran en sus caseríos como la Merced, San Carlos, Conache, etc. También hay muchas restaurantes, mercados, pollerías, librerías, boticas y bodegas, negocios propios de sus pobladores.

5.3. Clima

Para las condiciones climáticas de la zona de estudio, se han tomado datos referenciales de la web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI 2015-2019), información obtenida de la estación meteorológica más cercana: "Trujillo" que se encuentra ubicada al suroeste del poblado de Laredo, en las coordenadas geográficas: Latitud 8°6' 43.29"S, Longitud 78°59'6.36"W y en la cota: 44 m s.n.m.

El clima en el área de Laredo es semitropical con una temperatura promedio anual entre 23 y 26°C, durante el día y por las noches su temperatura mínima promedio anual es entre 17° y 19°, disminuyendo unos grados en los meses de junio a agosto a pesar de ser una estación seca es la época más fría del año, mientras que en los meses de diciembre a abril son los meses más calurosos aumentando la temperatura a 28.7°, registrándose precipitaciones de estación 0.9 mm a 1.6 mm de precipitación máxima acumulada mensual, en periodos de precipitaciones extremas debido al fenómeno del Niño se registran precipitaciones con 28.7 mm., siendo el mes de marzo del 2017 donde más llovió.

Cabe resaltar que todos estos datos obtenidos se corrigieron y se obtuvo promedios, presentes en el Cuadro 01:

Tabla 01

Temperatura máxima y mínima promedio, así como Precipitaciones máximas acumuladas mensualmente en la zona de estudio
(Localidad de Laredo-Periodo 2015-2019)

Estación Meteorológica (Tipo convencional): Trujillo													
Departamento:		La Libertad	Provincia:	Trujillo	Distrito:	Laredo	Latitud	8° 6' 43.29"	Longitud:	78° 59' 6.36"	Altitud:		44 m.s.n.m
AÑO	Parametros	MESES											
		ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2015	T°.Max.Prom.C°	26.9	28.7	29.2	28.1	26.6	25.7	24	23	24.2	24.4	25.7	26.6
	T°.Min.Prom.C°	19.2	21.2	20.9	19.2	20.3	20.4	17.7	17	17.5	17.9	18.9	20.3
	P.Max.Acum.Men	1.9	1.5	1.2	0.9	0.9	0	0	0	0	0.2	0.3	1.6
2016	T°.Max.Prom.C°	27.3	29.5	29.7	27.2	24.3	23.1	22.6	22.8	22.6	23.6	23.8	25.7
	T°.Min.Prom.C°	21.3	22.4	21.4	19.6	17.3	15.2	14.7	15.6	16.0	15.5	14.9	17.3
	P.Max.Acum.Men	0.0	10.2	0.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017	T°.Max.Prom.C°	28.4	30.5	30.5	27.5	25.9	23.7	22.6	20.9	20.7	21.0	22.4	24.7
	T°.Min.Prom.C°	20.3	22.5	23.0	20.0	18.8	16.5	15.8	15.2	14.8	14.6	14.6	16.7
	P.Max.Acum.Men	0.3	5.9	28.7	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
2018	T°.Max.Prom.C°	26.3	27.6	26.4	25.7	22.7	20.8	20.9	20.6	21.1	22.8	23.6	25.4
	T°.Min.Prom.C°	18.0	18.9	18.0	18.0	16.8	16.4	16.1	15.4	15.5	15.7	17.6	18.3
	P.Max.Acum.Men	1.6	2.2	0.0	4.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	3.7
2019	T°.Max.Prom.C°	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T°.Min.Prom.C°	20.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P.Max.Acum.Men	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: SENAMHI 2015-2019

5.4. Hidrografía

El área de estudio se encuentra ubicada en el margen izquierdo de la cuenca del río Moche, se ubica en la Costa Norte del Perú, pertenece a la vertiente del Pacífico y drena un área total de 2708 km². Políticamente se localiza en el departamento de La Libertad, comprendiendo total o parcialmente las provincias de Trujillo, Otuzco, Santiago de Chuco y Julcán. Altitudinalmente, se extiende desde el nivel del mar hasta la línea de cumbres de la Cordillera Occidental de los Andes, cuyos puntos más elevados están sobre los 4000 m s.n.m.

El río Moche se forma por la confluencia de los ríos Otuzco y Simbal, estos a su vez reciben numerosos ríos y quebradas tributarios, al discurrir hacia las costas trujillanas hasta desembocar en el Océano Pacífico.

Figura 02: Cuenca del río Moche. Fuente: Elaboración propia 2019

6. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología estudia las diferentes formas de relieve de la superficie terrestre (geoformas) y los procesos que las generan, este relieve es el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas. Las primeras actúan como creadoras de grandes elevaciones y depresiones producidas fundamentalmente por movimientos en masa de componente vertical, mientras que, las segundas, como desencadenantes de una continua denudación que tiende a rebajar el relieve originado, estos últimos llamados procesos de geodinámica externa se agrupan en la cadena meteorización, erosión, transporte y sedimentación (Gutierrez, 2008).

El estudio de los procesos geológicos se efectúa en un sistema proceso-respuesta, ya que intervienen agentes modeladores que van a originar nuevas geoformas y depósitos resultantes, es por ello que se considera importante generar mapas geomorfológicos para el análisis de las geoformas en determinado lugar ya que guardan mucha información para saber cómo actuaron los procesos geológicos en el pasado.

La región de La Libertad desde el punto de vista morfoestructural, presenta el 80% de dominio andino, significando que las fuerzas exógenas han actuado relevantemente sobre esta zona obteniendo el relieve actual, siendo influenciada de por procesos de geodinámica interna (magmáticos, volcánicos, tectonismo), levantamiento y contracción de la Cordillera de los Andes, seguido fuerte erosión fluvial y glaciar.

6.1. Metodología para obtener un mapa geomorfológico

Se realiza una interpretación de imágenes satelitales y la cartografía local de la unidades geomorfológicas identificadas en campo, luego en gabinete se generan mapas digitales de elevaciones (MDE) y luego el de pendientes, que nos ayudarán a clasificar, corroborar y digitalizar las geoformas presentes en el área de estudio a través del procesamiento de un modelo digital del terreno (MDT), obtenidos del geoservidor del MINAM, Alaska Facility, o por el procesamiento del levantamiento fotogramétrico con VANT y haciendo uso del software ARCGIS, sistema de geoprocesamiento de información geográfica (SIG) importante para generar un mapa geomorfológico(Mapa 02 y 03-Anexo).

Para la clasificación de rangos de pendientes de un relieve expresados en grados o porcentajes se usó la tabla de rangos que aparece en el Informe “Estudio de riesgos geológicos del Perú – (Fidel *et al.,*2006), Tabla 01., ya que el autor en sus estudios clasifica a las pendientes en base a las características físicas del territorio peruano usando la metodología expuesta en el párrafo anterior. Es muy importante conocer este parámetro porque influye en la formación de los suelos y condiciona el proceso erosivo, puesto que, mientras más pronunciada sea la pendiente, la velocidad del agua de escorrentía será mayor, no permitiendo la infiltración del agua en el suelo (Belaústegui, 1999).

Tabla 02
Rangos de pendientes del terreno

PENDIENTE EN GRADOS (°)	CLASIFICACIÓN
<5	Muy baja
5 - 20	Baja
20 – 35	Media
35 - 50	Fuerte
>50	Muy fuerte

Fuente: Fidel *et al.,* 2006

6.2. Clasificación de unidades geomorfológicas

Las geoformas son unidades independientes que conforman un relieve, están compuestos por materiales que brindan información de su dinámica de formación, presentan características morfoestructurales tales como: forma, altura, pendientes, drenaje, vegetación, color, textura, etc., que las diferencian una de otras.

Estos parámetros son determinantes para poder identificar una geoforma de manera visual o instrumental, además poder clasificarlas según su origen ya sea depositacional, denudacional o estructural relacionándolos con sus procesos geológicos de formación.

6.3. Unidades geomorfológicas de la localidad de Laredo

Según lo interpretado de imágenes satelitales de Google Earth y el cartografiado geomorfológico, las geoformas presentes en la localidad de Laredo son propias de un valle costero limitado por montañas, ubicado en la región Chala o Costa entre 100 m s.n.m y 500 m s.n.m., donde se han diferenciado las siguientes unidades y subunidades geomorfológicas:

6.3.1. Unidad de Planicies Inundables

Estas geoformas se encuentran en zonas costeras o aledañas al litoral costero.

a) Subunidad de lecho fluvial(L-fl):

Geoforma de origen denudativo y/o depositacional, es el cauce o dren natural de un río, diseñado por la actividad erosiva de un flujo turbulento, acompañada de sedimentación polimíctica granular, que queda expuesta en superficie una vez que bajan los niveles de agua, su morfología depende del control estructural (si sigue o no la dirección de una falla, velocidad de flujo, pendientes y litología del sustrato que erosiona).

En la zona de estudio se identificó el lecho fluvial del río Moche con un promedio entre 85m de ancho y 1 m de profundidad aproximadamente en periodo seco (Figura 01), también presentan en su trayecto algunos islotes fluviales.

b) Subunidad de terraza fluvial(T-fl):

Geoforma de origen denudativo y depositacional, porque los cauces de los ríos al evolucionar en su madurez, sedimentan y profundizan sus lechos y laderas, quedando en sus márgenes formas de bancos o graderías de sedimentación fluvial conocida como

terrazas fluviales, en la zona de estudio se han identificado terrazas fluviales de 0.85 m de altura aproximadamente (Figura 03).

Figura 03. Lecho fluvial del río Moche ubicado a 3280 m al suroeste de C.P. de Laredo. Fuente: Propia 2019

c) Subunidad de terraza aluvial(t-al):

Geoforma de origen denudacional y/o depositacional, forma bancos o graderías de sedimentación aluvial, ubicadas en los márgenes de las quebradas, en la zona de Laredo se identificaron estas geoformas ocupadas por sembríos de caña de azúcar y es donde se asienta la mayor parte de la población de Laredo, se han localizado también pequeñas terrazas en los extremos de las quebradas estacionales La Campiña, Las Uvas o San Idelfonso de Laredo, San Carlos y Caballo Muerto, con 4 a 6 m de altura y 1.70 m de altura para las terrazas aluviales de la quebrada Campiña y están conformadas por gravillas de 0.5 a 1 cm de espesor, en matriz arenosa con pocos finos, mientras que las otras la conforman por bloques, grava subangulosa a subredondeada en matriz arenosa suelta o matriz areno limosa semicompacta, (Figura 04 y 05).

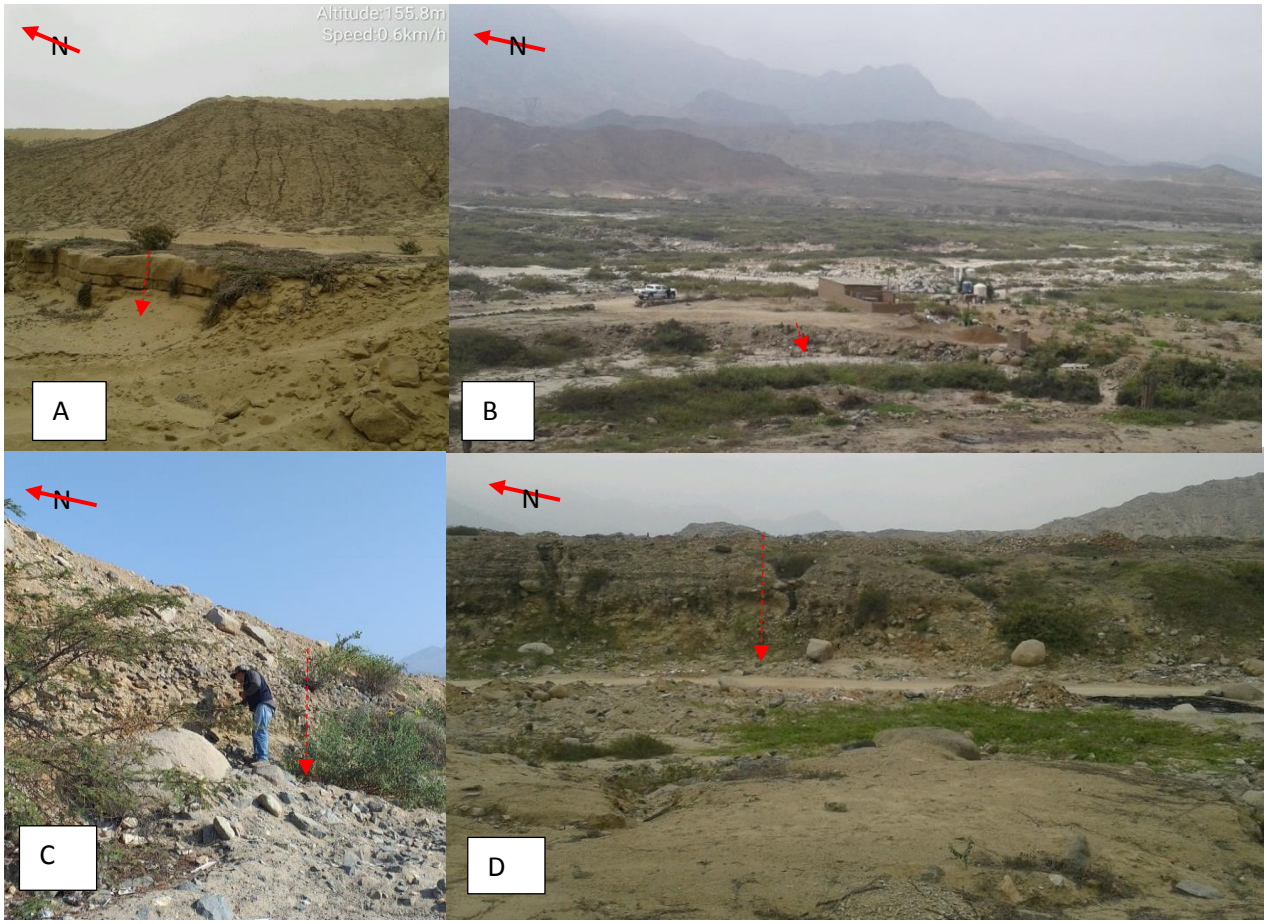


Figura 04. Vista de las Terrazas aluviales, (A) Terraza aluvial de la Quebrada Campiña, (B) Terraza aluvial de la Quebrada San Carlos, (C) Terraza aluvial de la Quebrada Caballo Muerto, (D) Terraza aluvial de la Quebrada Las Uvas o San Idelfonso de Laredo. Fuente: Propia 2019

Figura 05. Terraza aluvial baja ocupada por sembrío de caña. Fuente: Elaboración propia 2019.

6.3.2. Unidad de Piedemonte

Son geoformas resultantes de procesos tectónicos y/o geodinámicos de terrenos más elevados, acumulados en las bases de laderas de dichas elevaciones.

a) Subunidad de vertiente aluvial (V-al):

Son surcos de escorrentías superficiales que presentan agua solo en épocas de precipitaciones de estación o extremas, quedando secas el resto del año, en el poblado de Laredo se identificó la quebrada San Carlos, La Compañía, Las Uvas o San Idelfonso de Laredo y Caballo Muerto (Figura 06).

b) Subunidad de vertiente o piedemonte coluvial (V-c):

Geoforma de origen denudacional y/o depositacional, es la parte baja de una ladera de montaña donde se deposita material de diversa composición reológica y tamaño, ya sean consolidados o no consolidados. Puede presentar material deluvial, aluvial o coluvial, es decir materiales mixtos (Figura 06).

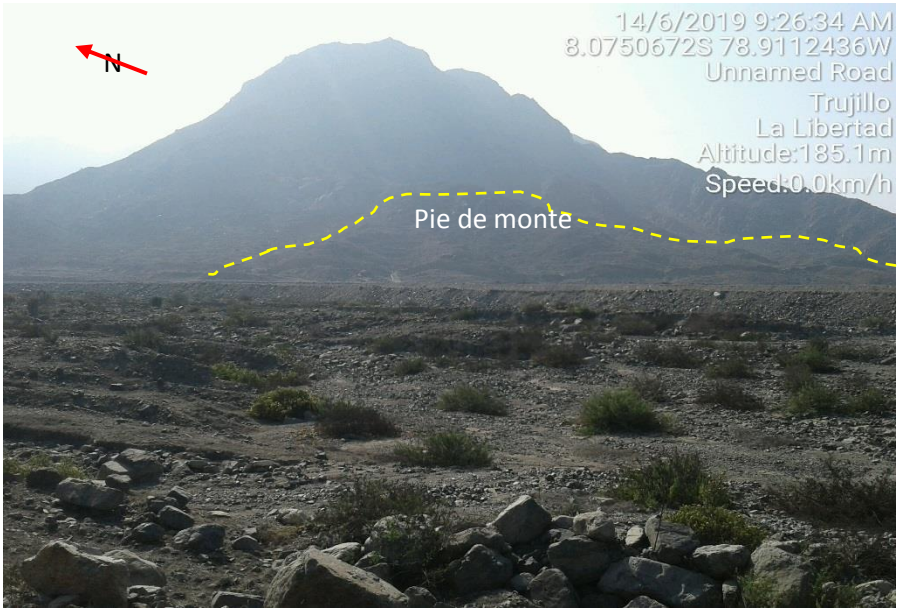


Figura 06. Pie de monte ubicado en la base de la montaña Compartición. Fuente: Elaboración propia 2019

6.3.2. Unidad de geoforma eólica

Formadas por la actividad del viento.

a) Subunidad de manto de arena (M-a):

Geoforma de origen depositacional, es una capa de arena fina transportada por la acción eólica, presenta aproximadamente entre 12m y 50 m de espesor. Se encuentran cubriendo la base de las montañas intrusivas y alrededores de la quebrada La Campiña (Figura 07).

Figura 07. Manto de arenas ubicados al noroeste del poblado de Laredo. Fuente: Elaboración propia 2019

6.3.3. Unidad de colinas

Formada por procesos denudacionales y tectónicos, son pequeñas elevaciones, de forma cónica con cimas redondeadas, presentan elevaciones menores a 300 m altura.

a) Subunidad de colinas en rocas intrusivas (RC-ri)

Geoforma originada por procesos mixtos ya sean por procesos endógenos o tectónicos como orogenia andina, epirogénesis, emplazamiento magmático, por denudación o depositación, presentan un relieve con alturas menores a las montañas por debajo de 300 m, parecidas a las lomas, diferenciándose por presentan drenaje de escorrentía radial ya que tienen aspecto de conos con cima ondulada y base circular (Figura 08).

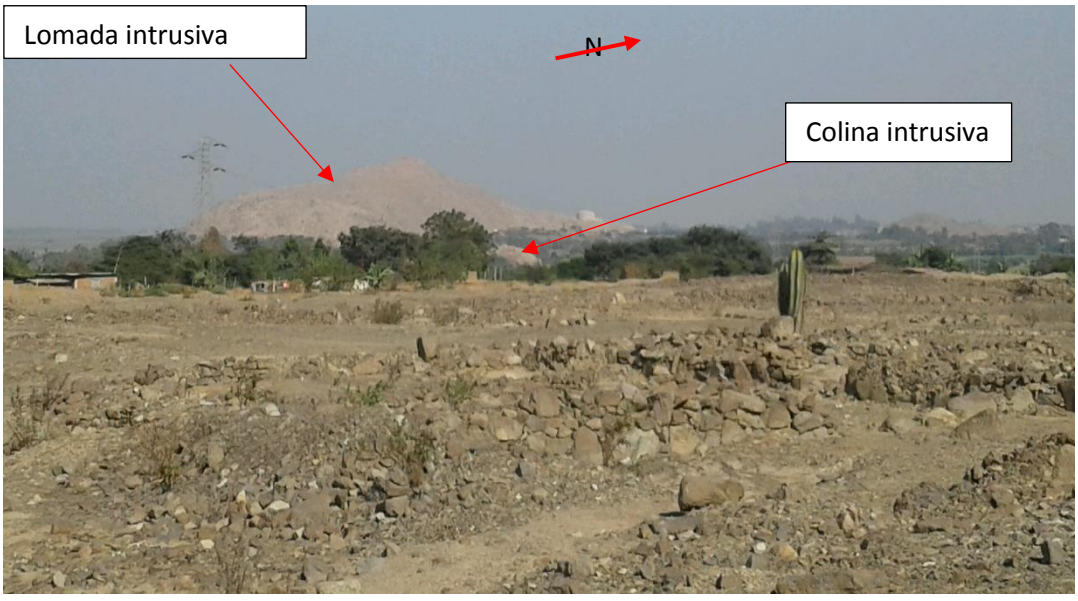


Figura 08. Colinas pequeñas de roca intrusiva ubicadas al este del poblado La Virgen. Fuente: Elaboración propia 2019

6.3.4. Unidad de lomadas

Formada por procesos denudacionales y tectónicos, son pequeñas elevaciones, de forma alargada con cimas planas a subredondeadas, presentan elevaciones menores a 200 m altura.

a) Subunidad de lomada en rocas intrusiva (RL-ri):

Geoforma de origen mixto ya sea por procesos endógenos o tectónicos como orogenia andina, epirogénesis, son elevaciones menores de 200 metros, de forma alargada, con cima subredondeada a planas, presentan dos vertientes opuestas con inclinaciones de sus pendientes menores a 25° (Figura 09).

Figura 09. Lomas intrusivas ubicadas al noroeste, noreste y este del poblado de Laredo, de 75 metros de altura aproximadamente. Fuente: Elaboración propia 2019

b) Subunidad de lomada en rocas volcánicas (RL-rv):

Geoforma de origen mixto ya sea por procesos endógenos o tectónicos como orogenia andina, epirogénesis, son elevaciones menores de 200 metros, en este se presentan como un conjunto de lomas ubicadas al noreste de las quebrada Caballo Muerto y San Carlos con alturas de 40 m hasta 100 m (Figura 10).

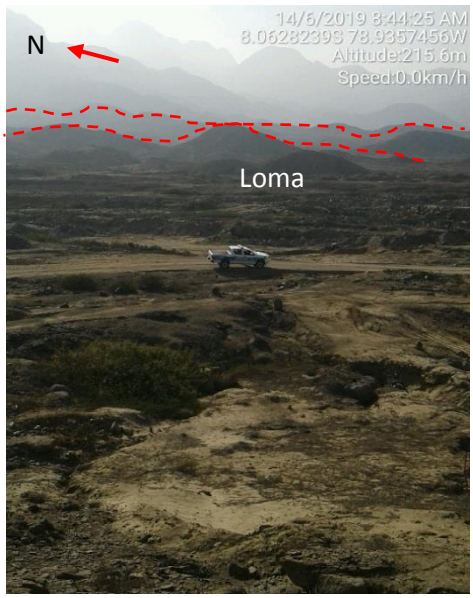


Figura 10. Lomas en rocas volcánicas. Fuente: Elaboración propia 2019

c) Subunidad de lomada en roca sedimentaria (RL-rs):

Geoforma de origen mixto ya sea por procesos endógenos o tectónicos como orogenia andina, epirogénesis, son elevaciones menores de 200 metros, en este se presentan como un conjunto de lomas ubicadas al noreste de la quebrada Caballo Muerto con alturas menores a 10m (Figura 11).

Figura 11. Lomas en roca sedimentarias. Fuente: Elaboración propia 2019

6.3.5. Unidad de Montañas

Son elevaciones de corteza terrestre de origen estructural o tectónico, es decir se forman por procesos endógenos como orogenia andina y epirogénesis estos altos estructurales pasan los 300 m de altura.

a) Subunidad de montaña en rocas intrusivas (RM-ri):

En los alrededores de la localidad de Laredo las montañas están conformadas por roca intrusiva, predominan al norte, noreste y noroeste de la localidad de Laredo con elevaciones de 410 m s.n.m. (Figura 12).

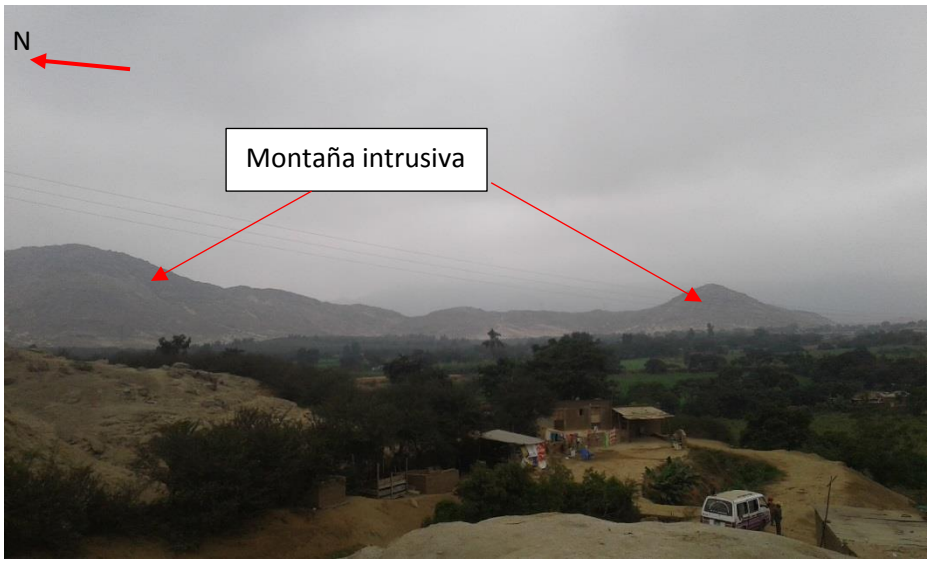


Figura 12. Montaña intrusiva ubicada al norte, noreste y noroeste del Poblado de Laredo. Fuente: Elaboración propia 2019

b) Subunidad de montaña en roca volcánica (RM-rv):

Al noreste de la localidad de Ladero predominan las montañas de roca volcánica, con elevaciones mayores a 410 m s.n.m (Figura 13).

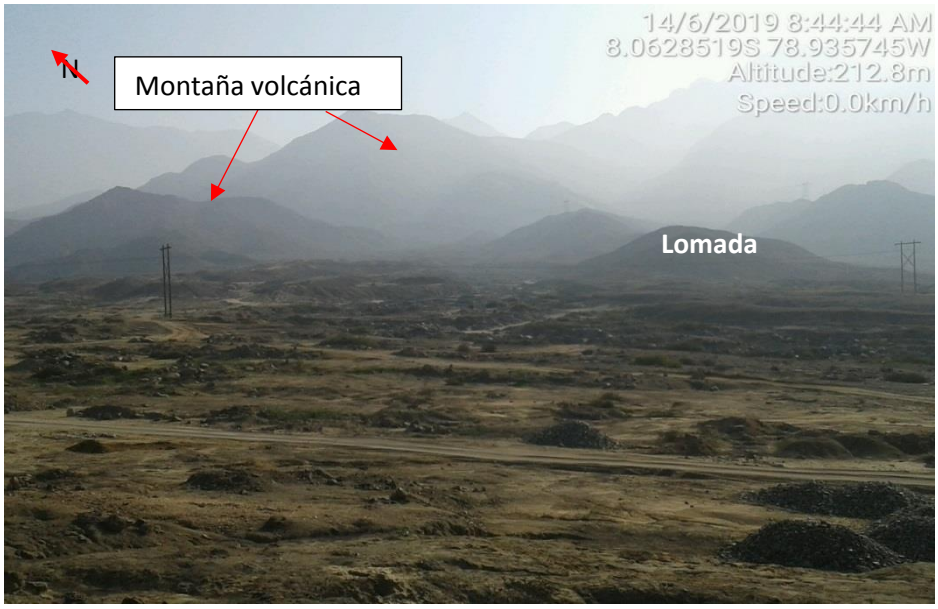


Figura 13. Montañas volcánicas ubicadas a noreste de la quebrada San Carlos y Caballo Muerto Fuente: Elaboración Propia 2019

Cabe resaltar que las geoformas identificadas en campo se han cartografiado en su respectivo mapa geomorfológico (Figura 14) y (Mapa 1.4-Anexo).

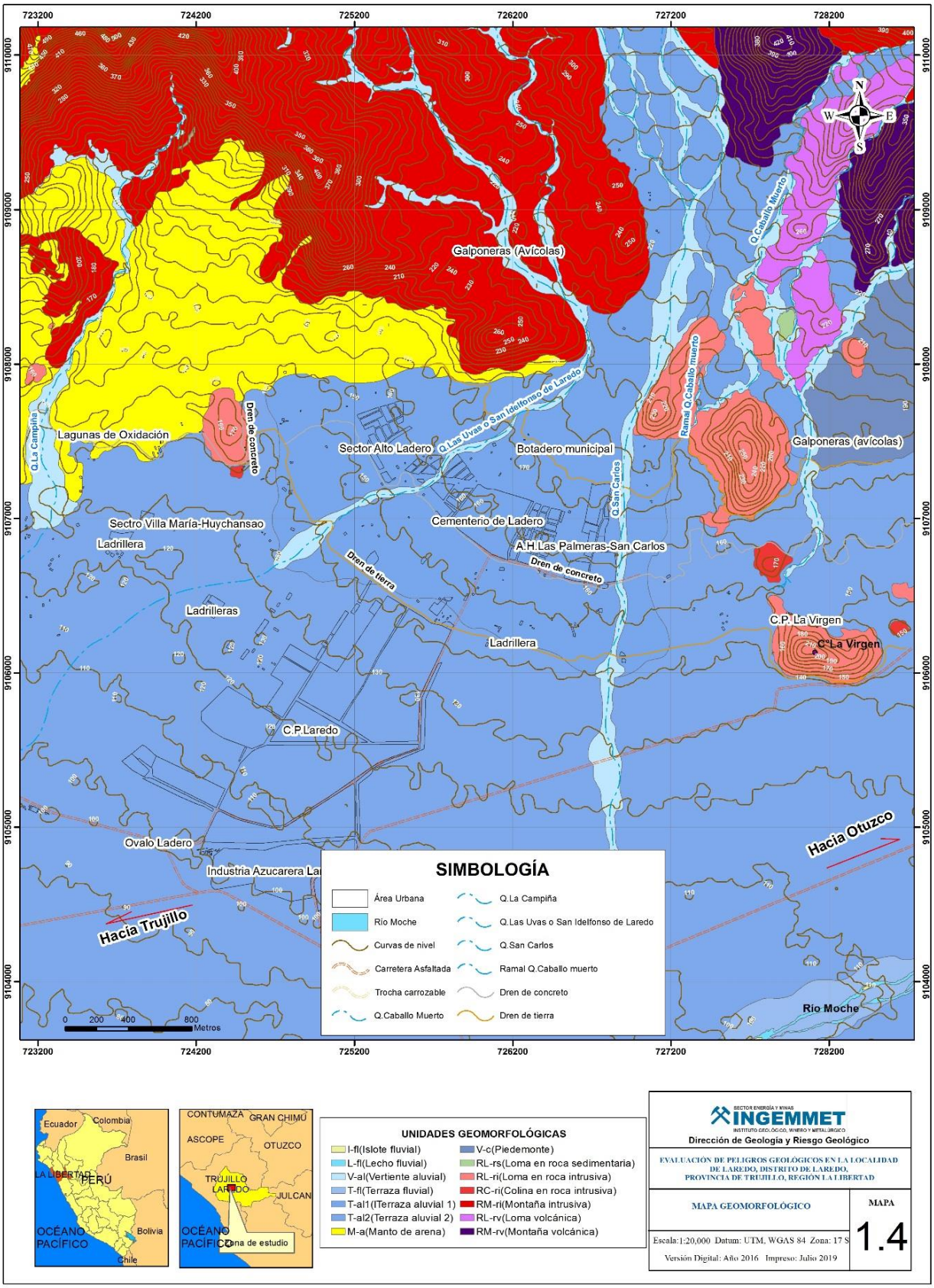


Figura 14. Mapa de Geomorfología local de Laredo. Fuente: Elaboración Propia 2019

7. GEOLOGÍA

Se ha utilizado como base la geología regional del cuadrángulo de Salaverry (hoja 17 f-IV) a escala 1/50 000, elaborado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Navarro. P, y otros, 2013). Asimismo, se realizó el cartografiado geológico local a escala gráfica 1/20 000, con la finalidad de delimitar y describir las principales unidades litológicas que afloran en las zonas estudiadas.

A continuación, se describe de forma breve el contexto geológico desde el punto de vista regional y local:

7.1. Geología regional

El área de estudio, morfoestructuralmente se encuentra al fin de la plataforma costanera o continental y antes de iniciar las estribaciones andinas de la Cordillera Occidental de los Andes.

Regionalmente afloran secuencias de rocas sedimentarias del Mesozoico-Jurásico temprano de la Formación Simbal, perteneciente al Grupo Chicama, compuesta por arcillitas, areniscas gris verdosas con calizas, sobre esta yace la Formación Punta Moreno del mismo grupo, compuesto por conglomerados cuarzosos, con niveles de arenisca grises y arcillitas marrones, al tope se encuentra el Grupo Casma del Cretácea temprano, compuesta por la Formación Junco presentando estratos metamorfizados de areniscas grises blanquecinas, arcillitas grises, con niveles de estratos finos de calizas negras, se encuentran intruidas por diques félsicos y máficos. Durante el Cretáceo tardío se emplazó el Batolito de la Costa compuesto por granodioritas grises, ya en el Eoceno se depositaron secuencias volcánicas de la Formación Centinela compuestas por derrames lávicos y flujos de piroclastos de cenizas, con emplazamientos intrusivos de dioritas, granodioritas y granitos, que son asociaciones de la misma formación.

Finalmente, suprayaciendo a estas secuencias en discordancia erosional y angular se encuentran los depósitos Cuaternarios conformados por Depósitos aluviales, marinos, eólicos y fluviales.

7.2. Geología estructural

Los rasgos estructurales guardan relación con las condiciones y naturaleza de las rocas donde han actuado fuerzas tectónicas hasta obtener la formación de estructuras geológicas registradas actualmente. Regionalmente en el cuadrángulo de Salaverry, específicamente en el área de estudio las rocas volcano-sedimentarias muestran tectonismo moderado ya que si comparamos con el sector andino las rocas presentan tectonismo fuerte evidenciándose plegamientos y fallas.

El manto volcánico en esta zona presenta leves ondulaciones y pequeños fallamientos locales y están fuertemente diaclasados.

Las rocas del Jurásico tardío se encuentran como techos colgantes sobre rocas intrusivas del batolito de la costa que se encuentra diaclasado con orientación de NO-SE,SO-NE,E-O, hay plegamientos con rumbo promedio SE-NO en el borde oriental, por razones de la proximidad a la cubeta de depositación Mesozoica, diferente comportamiento de los tipos de rocas que componen el substrato y a la posible existencia de una masa rígida antigua cubierta, entre Cajamarca y Santa Cruz, que ha

producido la desviación del eje estructural por descomposición de fuerzas incidentes. Hacia 7 km al este del poblado de Laredo se ha cartografiado una posible falla inferida de rumbo SE-NO. Estos rasgos estructurales se han originado por esfuerzos producidos por orogenia andina, emplazamiento del batolito Costero y movimientos epirogénicos de los Andes. Fuente: SGM, 1976

7.3. Geología local

Se realizó el reconocimiento y delimitación de las unidades geológicas que afloran en la zona urbana y en los alrededores del poblado Laredo, cabe resaltar que dichas unidades se encuentran cartografiadas y registradas en su respectivo mapa geológico (Figura 19) y (Mapa 1.5-Anexo) y que a continuación se describen:

a) Formación Simbal (Js-si):

Secuencia sedimentaria conformada por arcillitas gris oscuras intercalan con niveles de areniscas gris verdosas y calizas, llegan a tener 350 m de espesor, a inmediaciones de la quebrada Caballo Muerto afloran conformando una loma de rocas arenisca gris verdosas silicificadas, fracturadas y oxidadas. Son del Jurásico tardío (Figura 15).

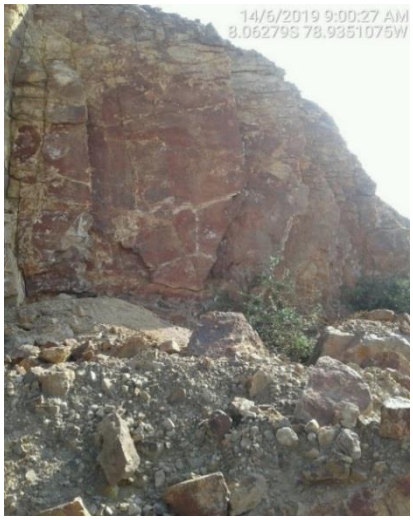


Figura 15. Afloramiento de 6 m de areniscas silicificadas oxidadas de la Formación Simbal. Fuente: Elaboración propia 2019

b) Rocas intrusivas. Granodioritas de la Asociación Centinela (P-gd-ce):

Granodioritas de color gris blanquecina, holocristalina, leucocrata, inequigranular, grano medio con cristales Plagioclasa y Cuarzo, son del Paleógeno, afloran al norte, noreste y noroeste del poblado Laredo (Figura 16).

Figura 16. Roca granodiorita fresca y alterada ubicada a inmediaciones del sector Villa Santa Rosa.
Fuente: Elaboración Propia 2019

c) Secuencia Volcánica Centinela (Pe-ce/2a, Pe-ce/2b):

En la zona de estudio afloran dos secuencias volcánicas de Centinela 2a, está conformado por derrames de lava, gris verdoso, textura afanita o afírica, presenta cristales de plagioclasa y solicificación leve, suprayaciendo se encuentra la secuencia volcánica Centinela 2b, conformada por flujos piroclásticos de cenizas gris blanquecinas, textura afírica, presenta cristales de plagioclasa y cuarzo, son del Paleógeno-Eoceno (Figura 17).

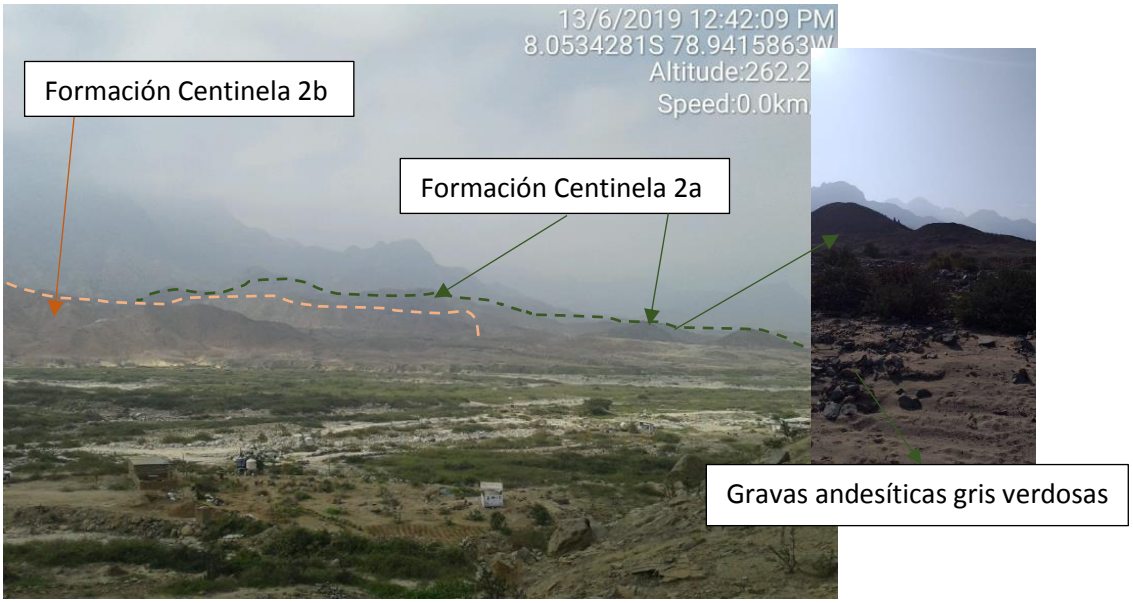


Figura 17: Formación Centinela 2b compuesta por cenizas y Centinela 2a compuesta por rocas andesíticas gris verdoso, se presenta fresca o fracturadas por gelifracción, afloran al noreste del poblado de Laredo. Fuente: Elaboración Propia 2019

d) Depósito aluvial (Q-al1, Q-al 2, Q-al 3, Q-al 4)

Son depósitos cuaternarios conformado por sedimentos depositados por corrientes de quebradas, siendo estos materiales de gravas subredondeadas a angulosas, en matriz areno limosa con escasos lentes de arcilla, afloran conformando terrazas de las quebradas estacionales, tales como el de las quebradas San Carlos, Caballo Muerto, Las Uvas o San Idelfonso de Laredo.

Los materiales del cauce actual por donde recorren actualmente las quebradas anteriormente se le ha denominado Q-al 2, por ser depósitos más recientes que los de sus terrazas.

De esta misma forma a los depósitos que conforman las terrazas bajas ocupadas por sembríos se le denominó depósitos Q-al 3.

Los sedimentos de arena y gravillas de 1 cm depositas en el cauce de la Quebrada la Campiña se le denominó depósitos Qal-4 (Figura 18).

Figura 18. Depósitos alviales, conformando terrazas de la quebrada San Carlos y Las Uvas Q-al 1 (1 y 2), en sus cauces se acumulan depósitos aluviales Q-al 2. El depósito aluvial Q-al 3 conforman terrazas bajas cubiertas por sembríos de caña (3). Finalmente, el depósito aluvial Q-al 04 conforma el cauce de la Quebrada La Campiña de material arenoso con gravilla (4). Fuente: Elaboración propia 2019.

e) Depósito eólico (Qh-e2)

Son depósitos cuaternarios conformado por arenas finas de mantos de dunas, depositados en las laderas de las montañas y transportados por la actividad eólica identificados al noroeste del poblado de Laredo (Figura 19).

Figura 19. Depósito eólico conformado por arenas de dunas, semicompactas, con alturas hasta de 50 m de espesor. Fuente: Elaboración propia 2019

f) Depósito fluvial (Qh-fl)

Son depósitos Cuaternarios constituidos por sedimentos transportados por la corriente de un río, en este caso por el río Moche, están conformados por gravas polimícticas y arenas finas redondeadas, afloran a lo largo y ancho del lecho fluvial y terrazas fluviales del río Marañón (Figura 19).

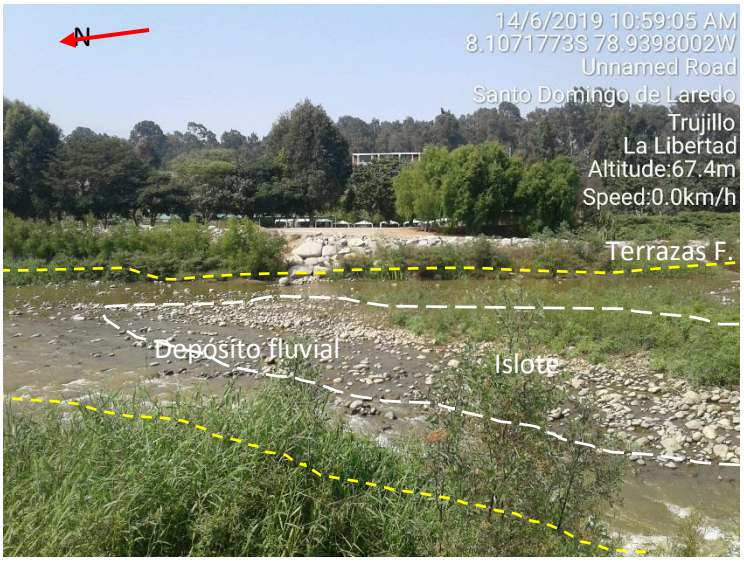


Figura 20. Depósito fluvial conformado por gravas subredondeadas, arenas con pocos finos, depositadas en el lecho fluvial del río Moche, conforman también terrazas fluviales e islotes fluviales, presenta espesores de 0.85 a 1 m. Fuente: Elaboración propia 2019.

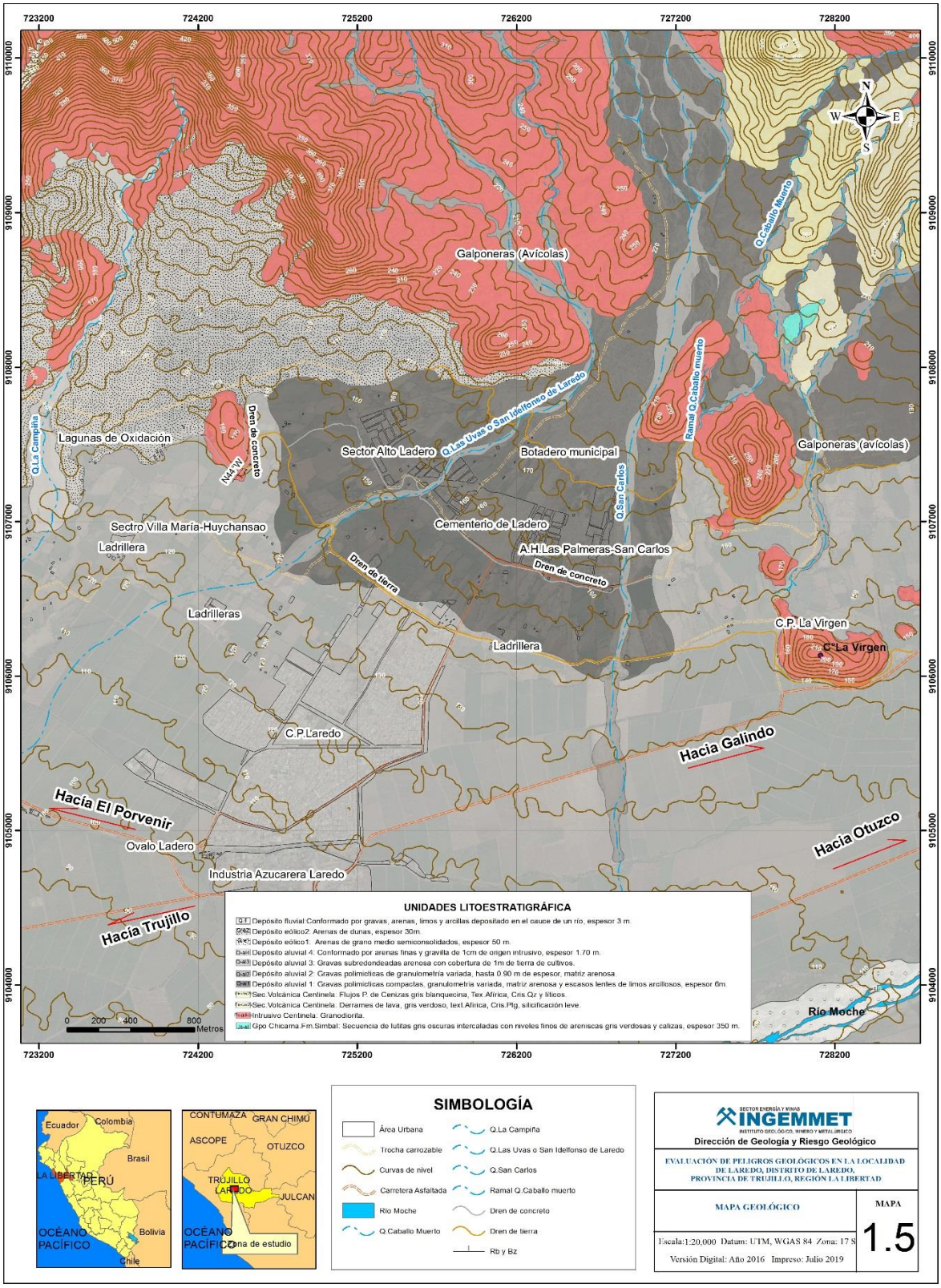


Figura 21. Mapa de Geológico local de Laredo. Fuente: Elaboración Propia 2019

8. GEODINÁMICA

Comprende el estudio de todos aquellos agentes, fuerzas internas y externas que actúan en los procesos dinámicos de la tierra, se divide en la geodinámica externa donde se estudian los procesos y agentes exógenos que modifican la superficie terrestre y la geodinámica interna que estudia los procesos y agentes endógenos de la estructura interna de la tierra en base a la tectónica, vulcanología y geofísica, estos procesos originan cambios físicos y químicos que se ven reflejados en la superficie de la tierra.

Es importante incidir en la geodinámica externa, ya que al analizar los factores condicionantes como: la pendiente, estructuras, geomorfología, geología, tipo de suelo etc., y los factores desencadenantes tales como: sismo, precipitaciones, actividades antrópicas, permite tener una idea clara de las condiciones físicas del terreno y como han actuado los procesos geodinámicos externos como la meteorización y erosión, que contribuyen a la ocurrencia de eventos y/o peligros geodinámicos.

8.1. Caracterización de peligros geológicos

El peligro es todo evento, hecho, suceso potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, ocurra en un lugar específico y en un tiempo dado con cierta intensidad y frecuencia.

Los peligros geológicos identificados y delimitados en campo, mediante el cartografiado geodinámico e interpretación de imágenes satelitales de Google Earth, Sas Planet y fotografías, etc., ayudaron a reconocer que los alrededores del poblado de Laredo están expuestos a:

-Flujos de detritos:
Presentes en las quebradas estacionales de San Carlos, Las Uvas o San Idelfonso de Laredo y Caballo Muerto, que invaden zonas de cultivos de caña, maíz, yuca y camote, al ser reactivados en periodos de lluvias excepcionales o extremas y se dispersan en la parte baja de Laredo con la finalidad de seguir su recorrido al río Moche, por ejemplo los flujos de detritos de la quebrada San Carlos afectan cerca de 200 m aproximadamente de la carretera asfaltada hacia el Poblado Galindo y 3 canales o drenes de regadío agrícola (30 m y 40 m aproximadamente). Cabe destacar que estos flujos de detritos al llegar a las zonas agrícolas y cerca al río Moche se comportan como flujos de lodo inundando partes del valle e infraestructura civil.

-*Inundación pluvial:*
Se identificó en el área del cementerio principal de Laredo, que en épocas de lluvias extremas ocasionan lagunas por presentar terrenos con cierta ondulación, generando un foco infeccioso (epidemias y plagas) afectando a la población del A.A.H.H. Las Palmeras y Alrededores. Flujos de detritos de la quebrada Las Uvas o San Idelfonso de Laredo, durante el evento de El Niño Costero 2017, afectó zonas de cultivo de caña, maíz y coliflor, la vía de acceso de Laredo-El Porvenir.

-Caída de rocas:
Se identificó en el A.A.H.H. La Virgen, un área susceptible a caída de rocas, exponiéndose a este peligro alrededor de 30 viviendas ya que se encuentran bloques sueltos y empotrados en suelos arenosos semicompactos de 0.90m a 3m de diámetro en la ladera norte y sur del cerro La Virgen.

-Flujos de lodo:
Se identificó flujos de lodo en la quebrada La Campiña que al ser reactivada en periodos de lluvias extremas afectan a áreas de cultivo de maíz legumbres y verduras.

-Arenamiento:

De la misma forma se identificó arenamiento al noroeste del poblado de Laredo, en los alrededores de la quebrada Campiña y en ciertos sectores que podrían ser afectadas por este peligro; tal es el caso del sector Villa Sol, que se encuentra asentado sobre terrenos ondulados, surcos de quebradas y laderas de montañas intrusivas, que están cubiertos por mantos de arena de 12 m y 50 m de altura aproximadamente (Figura 27).

Cabe precisar que esta información solo se precisa en el informe, en los mapas no aparece debido a que la zona es muy extensa y sale del área de estudio por escala. De igual forma en el sector de Galindo está expuesta a peligros por flujos de detritos que puede afectar a la escuela y viviendas de dicho poblado (Figura 28)

8.2. Análisis de causas de los peligros geológicos

Los peligros identificados en la zona de estudio fueron por flujos de detritos, flujos de lodo, caída de rocas, inundación pluvial y finalmente arenamiento, para todos ello se analizaron sus factores condicionantes y desencadenantes como causantes de su ocurrencia o probable ocurrencia de dichos eventos. Cabe resaltar que estos eventos ocurren en cada evento de El Niño, siendo el del Niño Costero del año 2017 el que provocó mayores daños por activación de los siguientes peligros geológicos:

-Flujos de detritos:
Para los materiales susceptibles a ser acarreados como flujos de detritos por la quebrada San Carlos, Las Uvas y Caballo Muerto, se tienen los siguientes factores condicionantes:

a) Materiales aluviales susceptibles a remoción expuestos en terrazas y cauces de quebradas.
b) Terrazas aluviales y lechos de quebradas con pendientes que descienden de 20° a menor a 5°.

Su factor desencadenante son los caudales anómalos en tiempos de precipitaciones extremas generadas durante el evento de El Niño, que reactivan a dichas quebradas transportando estos flujos de detritos a zonas más bajas.

-Flujos de Lodo:
Para los materiales finos depositados por actividad eólica en las faldas de los cerros y en las quebradas son susceptibles a flujos de lodo acarreados por quebradas estacionales en periodos de lluvias extremas, se tienen los siguientes factores condicionantes:

a) Litología de depósito aluvial y eólico suelto a semicompacto, constituido por arenas limosas, arenas finas y gravilla en menor proporción.
b) Lechos de quebradas con pendientes que desciende de 20° a menor a 5°.

Su factor desencadenante son los caudales anómalos registrados en tiempos de precipitaciones extremas generadas durante el evento de El Niño.

-Caída de rocas:
La zona de caída de rocas identificada a 15 m hacia el sur del A.A.H.H. La Virgen presenta los siguientes factores condicionantes:

a) Litología conformada por rocas intrusivas fracturadas, presenta 3 familias de fracturas principales.
b) Suelos compactos que rodean a los bloques firmes y sueltos, con dimensiones de 0.85 m a 1.50 m de diámetro, que, en tiempos de lluvias extraordinarias, son erosionados por escorrentías superficiales, quedando propensos a caída por gravedad.
c) Bloques sueltos naturalmente y apilados por la actividad humana.

d) Pendiente de la lomada intrusiva es menor a 35°.

Su factor desencadenante probable es la gravedad y movimientos sísmicos de mayor magnitud y las precipitaciones extraordinarias presentes en el evento de El Niño.

-Inundación pluvial:
En la terraza aluvial antigua de la quebrada San Carlos, se asienta la población de Alto Laredo, donde se identificó una zona susceptible a inundación pluvial donde se ubica en el cementerio de Laredo a inmediaciones del A.A.H.H. Las Palmeras de San Carlos.

Presenta los siguientes factores condicionantes:

a) Depresiones locales y pequeños surcos de escorrentías superficiales.
b) Suelos, compuesta por materiales granulares, gruesos, compactos que conforman terrazas aluviales, que retienen superficialmente el agua de escorrentía por sobresaturación.

Sus factores desencadenantes son las precipitaciones extremas presentes en periodos del evento de El Niño, estas se acumulan en estas zonas de bajas, saturan los suelos, formando lagunas que causan inundación pluvial.

-Arenamiento:
Para el peligro por arenamiento identificado al noroeste del poblado de Ladera se analizó que sus factores condicionantes son:

a) Litología conformada por arenas sueltas de origen eólico.
b) Geoforma de mantos de arenas con pendiente entre 5° y 20° de inclinación.

Siendo sus factores desencadenantes sismos de mayor magnitud y vientos fuertes anómalos.

A continuación, se presentan algunas figuras donde se identificaron los siguientes peligros geológicos a los que se encuentran expuestos la población de Laredo, también se pueden apreciar en el mapa de peligros geológicos (Mapa 1.6-Anexo):

Figura 22. Identificación de flujos de detritos en la quebrada San Carlos (1), que afectó un canal de regadío sin revestimiento (2) y otro de concreto a inmediaciones del A.H. Las Palmeras-Sector San Carlos (3). En la parte baja afectó áreas de cultivos y 2 viviendas, actualmente las defensas ribereñas construidas, solo llegan hasta este tramo (2). Vista de material depositado de este último evento de flujo de detritos ocurrido por el Niño Costero 2017(4). Fuente: Elaboración propia 2019

Figura 23. Vista de 200 m de tramo de carretera Laredo-Galindo y áreas de cultivo afectado por los flujos de detritos de la quebrada San Carlos, activados por caudales anómalos debido a precipitaciones del evento Niño Costero 217. Fuente: Elaboración propia 2019

Figura 24. Material depositado en el cauce de la quebrada Caballo Muerto, susceptibles a ser acarreados por activación de esta quebrada en periodos de precipitaciones anómalos y generar flujos de detritos que pueden llegar a afectar áreas de cultivo en los alrededores del poblado La Virgen. Fuente: Elaboración propia 2019

Figura 25. Quebrada Las Uvas o San Idelfonso de Laredo, se aprecia material dejado por los flujos de detritos que afectó el cerco perimétrico de adobe, la vía asfaltada “El Porvenir-Laredo” y áreas de cultivo (Caña y verduras). Fuente: Elaboración propia 2019

Figura 26. Identificación de flujos de lodo en la quebrada La Campiña, ubicada al noroeste del poblado de Laredo. Esta quebrada se activa en épocas de lluvias extremas y afecta zonas de cultivo. Fuente: Elaboración propia 2019

Figura 27. Zona susceptible a Inundación pluvial, en el año 2017 fueron afectados terrenos de cultivo de legumbres, 4 viviendas y generaría lagunas y charcos en el cementerio de Laredo(izquierda) y a inmediaciones del A.H. Las Palmeras de San Carlos, generaría un foco infeccioso afectando a dicha población(derecha). Fuente: Elaboración propia 2019

Figura 28. Identificación de Caída de rocas en la ladera norte del Cerro La Virgen, que pone en riesgo a 30 viviendas del A.A.HH. La Virgen(A), siendo la calidad de roca según la valoración RMR de 71 interpretando que es una roca de regular calidad de Tipo III (B). Fuente: Elaboración propia 2019

Figuras de otros peligros geológicos identificados en campo:

Figura 29. Zona susceptible a arenamiento y flujos de lodo. Los cauces de las quebradas se encuentran en dirección hacia el poblado y están cubiertas por arenas. De reactivarse las quebradas podrían llegar a afectar al sector Villa Sol de Laredo. Fuente: Elaboración propia 2019

Figura 30. Quebrada Galindo, se identificó depósitos dejados por los flujos de detritos(huaico) que se activan en periodos de lluvias extremas. En el último periodo lluvioso del evento de El Niño 2017, afectó parte de la infraestructura de riego (Dren agrícola de concreto), la población, colegio primario, zonas de cultivo del poblado Galindo que se ubica cotas abajo por donde discurre dicha quebrada. Fuente: Elaboración propia 2019

Cuadro 01

Registro de peligro geológico por Inundación en el poblado de Laredo y recomendaciones

CUADRO DE REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO EN EL POBLADO DE LAREDO							
Item	**Peligro Geológico**	**Ubicación y Descripción**	**Causas**	**Elementos expuestos y consecuencias (Daños)**	**Coordenadas UTM-DATUM WGS84-ZONA 17S**	**Zona con:**	**Recomendaciones**
1	**Inundación pluvial (huaico)**	A 1.8km hacia noreste del poblado de Laredo, se identifico una zona susceptible a ser afectada por inundación pluvial.	Terrenos con desnivel, semihumedo, evidencias de surcos de escorrentía. geomorfología: Terraza aluvial. El factor desencadenante serían las Precipitaciones extremas y periódicas registradas en la zona de estudio en eventos del Niño.	Zona expuesta presenta un área de 13.5 ha, donde se ubica el cementerio de Laredo, 4 viviendas de adobe, sembríos de legumbres.	Coordenadas UTM-DATUM WGS84-ZONA 17S: 726080.73 m E, 9107117.69 m N, 169 m.s.n-m	Peligro alto	Realizar el cerco perimétrico del cementerio con el drenaje pluvial lateral respectivo, para evitar empozamientos y generación de foco infeccioso, evitar la construcciones de viviendas en esta zona inundable y cercanas al botadero municipal, realizar un dren pluvial de concreto para drenar las aguas que vienen de N a S y se empozarían en depresiones ubicadas a inmediaciones del botadero municipal, realizar un buen diseño de botadero sanitario e impermiabilización del suelo y del área perimétrica con la finalidad de no contaminar los suelos producto de la filtración de lixiviados y evitar que estos se mezclen con las aguas pluviales y lleguen a la población en periodos de lluvias extremas generando un foco infeccioso a la población y contaminación. Todo lo expuesto debe de ejecutarse con los estudios técnicos respectivos, la asesoría y supervisión de un Ingeniero Civil.

Fuente: Elaboración propia 2019

Cuadro 02

Registro de peligro geológico por flujos de detritos en el poblado de Laredo y recomendaciones

CUADRO DE REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO EN EL POBLADO DE LAREDO							
Item	**Peligro Geológico**	**Ubicación y Descripción**	**Causas**	**Elementos expuestos y consecuencias (Daños)**	**Coordenadas UTM-DATUM WGS84-ZONA 17S**	**Zona con:**	**Recomendaciones**
2	**Flujos de detritos**	Identificados en la quebrada San Carlos, Las Uvas o San Idelfonso de Laredo y Caballo Muerto, de igual forma en la quebrada Galindo que sale de la zona de estudio por factor escala.	Material propenso a ser acarreado en las partes altas de las quebrdas, pendientes medias con dirección hacia el área urbana de los poblados, presenta geoformas de terrazas altas y bajas descendentes hacia el río Moche. El factor desencadenante serían el aumento de caudales anómalos por precipitaciones extremas registradas en la zona de estudio en eventos del Niño.	Flujos de detritos identificados en la quebrada San Carlos(área susceptible estimada de 98 ha), donde se expone la seguridad física de 2 viviendas asentadas en el margen izquierda en la parte media de la quebrada a inmediaciones del A.A.H.H.Las Palmeras de San Carlos, afecta cultivos de caña y maíz y 3 canales o drenes de regadillo (2 drenajes de tierra y 1 de concreto), también afecta 200 m de carretera asfaltada tramo Laredo-Galindo. . Flujos de detritos en la quebrada Las Uvas o San Idelfonso de Laredo (área susceptible estimada de 30 ha) , que afectó y puede afectar nuevamente a zonas de cultivo de caña, maíz, coliflor y casas de campo, al reactivarse en los eventos Niño, también afecto muros perimétricos de adobe dejando incomunicando al pueblo de Laredo en el tramo de carrtera asfaltado Porvenir-Laredo. Flujos de detritos ubicados en la quebrada Caballo Muerto (área susceptible estimada de 26.37 ha), que podría afectar zonas de cultivo de maíz , caña, yuca y verduras. Flujos de detritos en la quebrada Galindo(área susceptible estimada de 14 ha), susceptible a afectar un canal de regadillo de concreto, un centro educativo y viviendas en la parte baja donde se asienta el poblado de Galindo.	Flujos de detritos identificados en la quebrada San Carlos en las coordenada de referencia: 727399 m E, 9109463 m N, 260 m.s.n.m. Flujos de detritos identificados en la quebrada Las Uvas o San Idelfonso de Laredo en la, coodenada de referencia :726349m E, 9107729 m N, 162 m.s.n.m. Fluvial de detritos en la quebrada Caballo Muerto en la coordenada de referencia: 727864 E, 9108261 m N. 205 m.s.n.m Flujos de detritos en la quebrada Galindo en la coordenada de referencia: 730234 E, 9106699 N, 173 m.s.n.m.	Peligro alto por flujos de detritos en la quebrada San Carlos. Peligro medio por flujos de detritos en la quebrada Caballo Muerto. Peligro alto por flujo de detritos en la quebrada Las Uvas o San Idelfonso de Laredo. Peligro alto en la zona de Galindo.	Realizar graderías de enrocado y concreto a lo ancho del cauce de la quebrada para disminuir velocidades altas de caudales, a determinadas distancias especificamente antes de ingresar a la zona urbana. Construir mallas dinámicos cotas arribas y en lugares estratégicos, empotradas en rocas para contener las rocas y sedimentos siendo sus aberturas diseñadas segun la granulometría a retener. Realizar defensas ribereñas como enrocado hasta sus desembocaduras con el fin de proteger la seguridad física de la población, colegios e infraestructura civil. Realizar badenes en los tramos de carreteras afectadas por dicho evento, evitar la consrucción en los margenes de quebradas. Cambio del sistema de drenajes de regadillo que intersectan el curso de las quebradas antes mencionadas, como discurrirlas por canales puentes o canales con alcantarillas para que pasen los flujos sin destruir la infraestructura de regadillo una vez que se hagan las obras de reducción aguas arriba, como represamiento de aguas y diques de captación de material acarreado con sus compuertas respectivas y drenaje secundario de concreto.Todo lo expuesto debe de ejecutarse con los estudios técnicos respectivos, la asesoría y supervisión de un Ingeniero Civil.

Fuente: Elaboración propia 2019

Cuadro 03

Registro de peligro geológico por flujo de lodos en el poblado de Laredo y recomendaciones

CUADRO DE REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO EN EL POBLADO DE LAREDO							
Item	**Peligro Geológico**	**Ubicación y Descripción**	**Causas**	**Elementos expuestos y consecuencias (Daños)**	**Coordenadas UTM-DATUM WGS84-ZONA 17S**	**Zona con:**	**Recomendaciones**
3	**Flujos de lodo**	A 2.4 km al noroeste del polado Laredo, se han identificado flujos de lodos y tierra en la quebrada La Campiña.	Pendientes medias y bajas, material suelto fino en el cauce de queradas, el factor desencadenante sería el aumento de caudales anómalos por precipitaciones extremas registradas en la zona de estudio en eventos del Niño	Flujos de lodos y tierra con un área susceptible estimada de 20 ha que pueden afectar zonas de cultivo de maíz, legumbres y verduras.	Identificado en la coordenada:723756m E, 9108940 m N. 163 m.s.n.m	Peligro medio por flujos de lodos en la quebrada La Campiña	Realizar graderías específicas de enpircado o enrocado de concreto o barreras de otro material como muro de troncos de madera,etc., intersectando el curso de la quebrada La Campiña para captar material y disminuri la velocidad de avenidas de flujos de lodos en peridodos de lluvias extremas.

Fuente: Elaboración propia 2019

Cuadro 04

Registro de peligro geológico por caída de rocas en el poblado de Laredo y recomendaciones

CUADRO DE REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO EN EL POBLADO DE LAREDO							
Item	**Peligro Geológico**	**Ubicación y Descripción**	**Causas**	**Elementos expuestos y consecuencias (Daños)**	**Coordenadas UTM-DATUM WGS84-ZONA 17S**	**Zona con:**	**Recomendaciones**
4	**Cída de rocas**	Identificados en la ladera norte del cerro La Viregen a 15 m del A.A.H.H La Vigen.	Pendiente de ladera de loma intrusiva de 35°, roca intrusiva fracturada Tipo III, de calidad regular, material apilado, suelo alterado que cubre bloques intrusivos. El factor desencadenante sería la gravedad y sismos de mayor magnitud y actividades humanas de extracción de bloques.	30 viviendas expuestas a peligro por caída de rocas.	Identificado en la coordenada: 727981 m E, 9106289 m N, 184 m.s.n.m	Peligro alto por caída de rocas en el sector La Virgen	Realizar un estudio geomecánico a detalle, para identificar zonas de calidad de roca buena y mala, para realizar medidas de reducción como chocreteo, enmallado o empernado de roca para estabilizar la ladera. Se podría tambien realizar limpieza de Ladera, banqueteo longitudial y colocación de un cerco de malla con altura de 2 veves el diametro del bloque promedio, reforzadas con columnas de fierro capaz de retener posibles caídas de roca. Toda ejecución con asesoría técnica de especialistas.

Fuente: Elaboración propia 2019

Cuadro 05

Registro de peligro geológico por arenamiento y flujos de lodo en el poblado de Laredo y recomendaciones

CUADRO DE REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO EN EL POBLADO DE LAREDO							
Item	Peligro Geológico	Ubicación y Descripción	Causas	Elementos expuestos y consecuencias (Daños)	Coordenadas UTM-DATUM WGS84-ZONA 17S	Zona con:	Recomendaciones
5	**Arenamiento y flujos de lodo**	A 150 m al norte del sector Villa Sol se identificó arenamiento presente en las laderas de los cerros y surcos de escorrentías	Pendientes medias y bajas donde se presentan arenamiento en laderas de montañas intrusivas, material inconsolidado. Su factor desencadente podría ser el viento, el agua o algún sismo de alto grado de magnitud.	Pistas, veredas y viviendas.	Identificado en la coordenada: 723243 m E, 9108404 m N, 180 m.s.n.m	Peligro medio	Realizar un sistema de drenaje de flujos por si estos se reactiven en periodos de lluvias extremas. Evitar construcciones en zonas de arenamiento o mantos de arena ya que podrian ser afectados por cubrimiento de las mismas y subsidencia de estructura de viviendas. Realizar barreras con maderas para retener y estabilizar mantos de arena en pendientes de ladera de montaña. Toda ejecución con asesoría técnica de especialistas.

Fuente: Elaboración propia 2019

CONCLUSIONES

a) La población de Laredo se encuentra asentada sobre la unidad geomorfológica de terraza aluvial antigua de la quebrada San Carlos, con pendiente menores a 20° en la parte de las cabeceras y parte media de la microcuenca y 5° en la parte baja donde se asienta el poblado en mención, aquí también se encuentran las áreas de cultivo (Caña, maíz, verduras, legumbres, yuca y camote).

b) La población de Laredo se encuentra asentada sobre depósitos aluvial (Q-al 1 y Q-al 3) procedentes de la quebrada San Carlos.

c) El poblado de Laredo se encuentra expuesto a:

- Inundación pluvial identificada en el cementerio de Laredo y alrededores con un área estimada de 13.5 ha.
- Flujos de detritos provenientes de las quebradas que discurren de norte a sur con dirección al río Moche, perdiéndose entre los cultivos de caña azúcar ubicados aguas abajo, afecta infraestructuras civiles etc. Estos eventos se activan en periodos de lluvias extremas del fenómeno El Niño.

d) Las áreas estimadas susceptibles a flujos de detritos son:

-Materiales sueltos en el lecho de la quebrada San Carlos, con 93 ha y un volumen de 1 860 000 m^3 aproximadamente.
-Materiales sueltos en el lecho de la quebrada Las Uvas o San Idelfonso de Laredo con 30 ha y un volumen de 600 000m^3 aproximadamente.
-Materiales sueltos en el lecho de la quebrada Caballo Muerto, con 26.37 ha y un volumen de 659 250 m^3 y en la quebrada Galindo con 14 ha y un volumen de 350 000 m^3.

e) También se identificaron materiales finos susceptibles a flujos de lodo, en la quebrada La Campiña con un área de 20ha, con un volumen total de 340 000m3, que puede afectar por reactivación de quebradas zonas de cultivo de maíz, legumbres y verduras.

- En el sector de Villa Sol se identificó sobre ladera de montaña (cerro San Idelfonso), mantos de arena susceptibles a afectar por arenamiento y flujos de lodo a este sector ya que hay cauces de quebradas con material eólico. Se estimó un área de 18 ha con un volumen total de 3 960 000 m^3.
- A 3 km al norte del poblado de Laredo se estimó un área de mantos de arena de 270 ha, con un volumen estimado de 135 000 000 m^3.

f) También se estimó un volumen de 299 ha de flujos de detritos antiguos consolidados al margen derecho de la quebrada San Carlos, sobre los que se asienta la parte alta del poblado de Laredo, estimando un volumen aproximado de 14 950 000 m^3.

g) Según los daños registrados durante el evento de El Niño Costero 2017, los elementos expuestos actualmente y según el análisis de las causas de los peligros geológicos a los que se expone la población de Laredo se tiene que:

- A los flujos de detritos propenso a ser acarreados por la quebrada San Carlos en periodos de lluvias extremas, se le ha considerado que presenta peligro alto, de igual forma para los que se identificaron en la quebrada Las Uvas y Galindo.
- A los flujos de detritos propensos a ser acarreados por la quebrada Caballo Muerto en periodos de lluvias extremas se le ha considerado que presenta peligro medio.
- En la zona con depresión ubicada en el cementerio de Laredo y alrededores se le ha considerado que presenta peligro alto por inundación pluvial.
- Al A.A.H.H La Virgen es considerado que presenta peligro alto por caída de rocas originados por sismos de mayor magnitud y superficiales.
- A los flujos de lodo propensos a ser acarreados por la quebrada La Campiña en periodos de lluvias extremas se le ha considerado que presenta peligro medio.
- Al sector Villa Sol, se le ha considerado que presenta peligro medio por arenamiento originado por vientos fuertes, de igual forma para los flujos de lodos originados por lluvias extremas.

h) Según la Norma E.030 de “Diseño Sismo Resistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones la zona de estudio se encuentra en la zona sísmica 04, cuyo factor de aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, “z” se expresa como fracción de la aceleración, siendo este de 0.45, determinándose que las viviendas a construir deben estar hechas con cualquier sistema estructural como: acero y concreto de sistema dual, muros de concreto armado, albañilería armado o confinada, para atenuar los esfuerzos de corte por vibración de ondas sísmicas.

RECOMENDACIONES

a) Las medidas estructurales para la prevención y reducción del peligro geológico recomendadas en el ítem de geodinámica (Cuadros 01,02,03,04 y 05), deben ser ejecutadas y supervisadas por un especialista, previo a un estudio geotécnico que reúna todas las especificaciones técnicas para la ejecución de estas para salvaguardar la seguridad física de la población.

b) Las autoridades competentes como: El gobierno local, distrital, regional y ministerio de agricultura, plantear un nuevo sistema de drenaje de regadillo para las áreas de cultivo de Laredo de forma correcta, porque la mayoría están en mal estado, de tal manera que no sean impactadas por los peligros geológicos estudiados, contribuyendo a la prevención del riesgo de desastres por peligros de origen natural y al desarrollo de las comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Beláustegui, S. (1999). Pendientes del Terreno y Fundamento del Caudal Máximo No Erosivo. Hoja técnica N° 07. Buenos Aires – Argentina, 4 p.

- Fidel, L., Zavala, B., Nuñez, S., Valenzuela, G., (2006): Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N°4. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 29. 383 p.

- Gutiérrez, M. (2008): Geomorfología. Edit. Pearson/Prentice Hall, Madrid, 898 p. ISBM 97884832-23895.

- INGEMMET, (2013): Cuadrángulo geológico de Salaverry, (Hoja: 17-f-IV), escala 1:50000. Lima-Perú.

- Medina, L. Luque, G. & Pari, W. (2012). Riesgo Geológico en la Región La Libertad, Boletín N°50 serie C.

- Medina, L.; Gonzales, J.; Ramos, W. y La Torre, O. (2017). Evaluación Geológica de las zonas afectadas por el Niño Costero 2017 en las regiones de La Libertad y Cajamarca, informe técnico N°A6769

- Norma E-030, (2016): “Diseño Sismo Resistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones. Decreto Supremo 003-2016-Vivienda.Lima-Perú.

- SGM, (1967). Boletín N°17; “Geología del Cuadrángulo de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa” (hojas; 16-d, 16-e, 16-f, 17-e, 17-f,18-f) realizado por el servicio de geología y minería. Lima-Perú.

- Varnes, D. J, (1978) - Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek, R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, p. 9–33.

- Valenzuela, C, (1990). Saoil geographic database: Structure and Application examples. ITC Journal, 1990(3), 270-294.

- Zinck, J. A, (1988). Physiography and soils. Lecture notes. Enschede, the Netherlands: International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC).

ANEXO

- **Mapas de Laredo**

-Mapa 1.1: Ubicación y Accesibilidad
-Mapa 1.2: Elevaciones
-Mapa 1.3: Pendientes
-Mapa 1.4: Geomorfológico
-Mapa 1.5: Geológico
-Mapa 1.6: Peligros Geológicos

SIMBOLOGÍA

- Área Urbana
- Q.Caballo Muerto
- Q.La Campiña
- Q.Las Uvas o San Idelfonso de Laredo
- Q.San Carlos
- Ramal Q.Caballo muerto
- Carretera Asfaltada
- Trocha carrozable
- Curvas de nivel
- Río Moche
- Dren de concreto
- Dren de tierra

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
Dirección de Geología y Riesgo Geológico

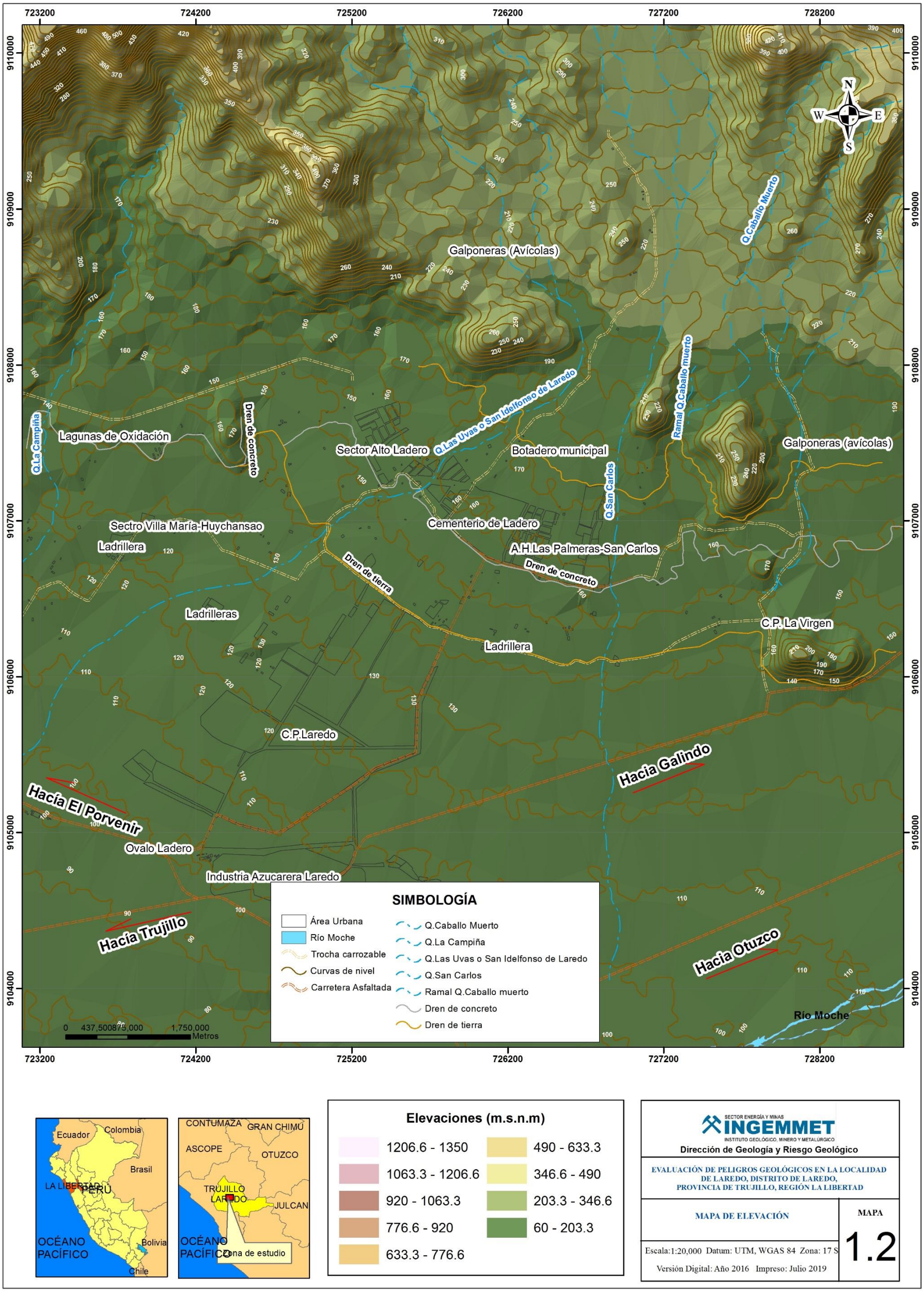
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE LAREDO, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD

MAPA DE UBICACIÓN

MAPA 1.1

Escala:1:20,000 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 17 S

Versión Digital: Año 2016 Impreso: Julio 2019



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología y Riesgo Geológico

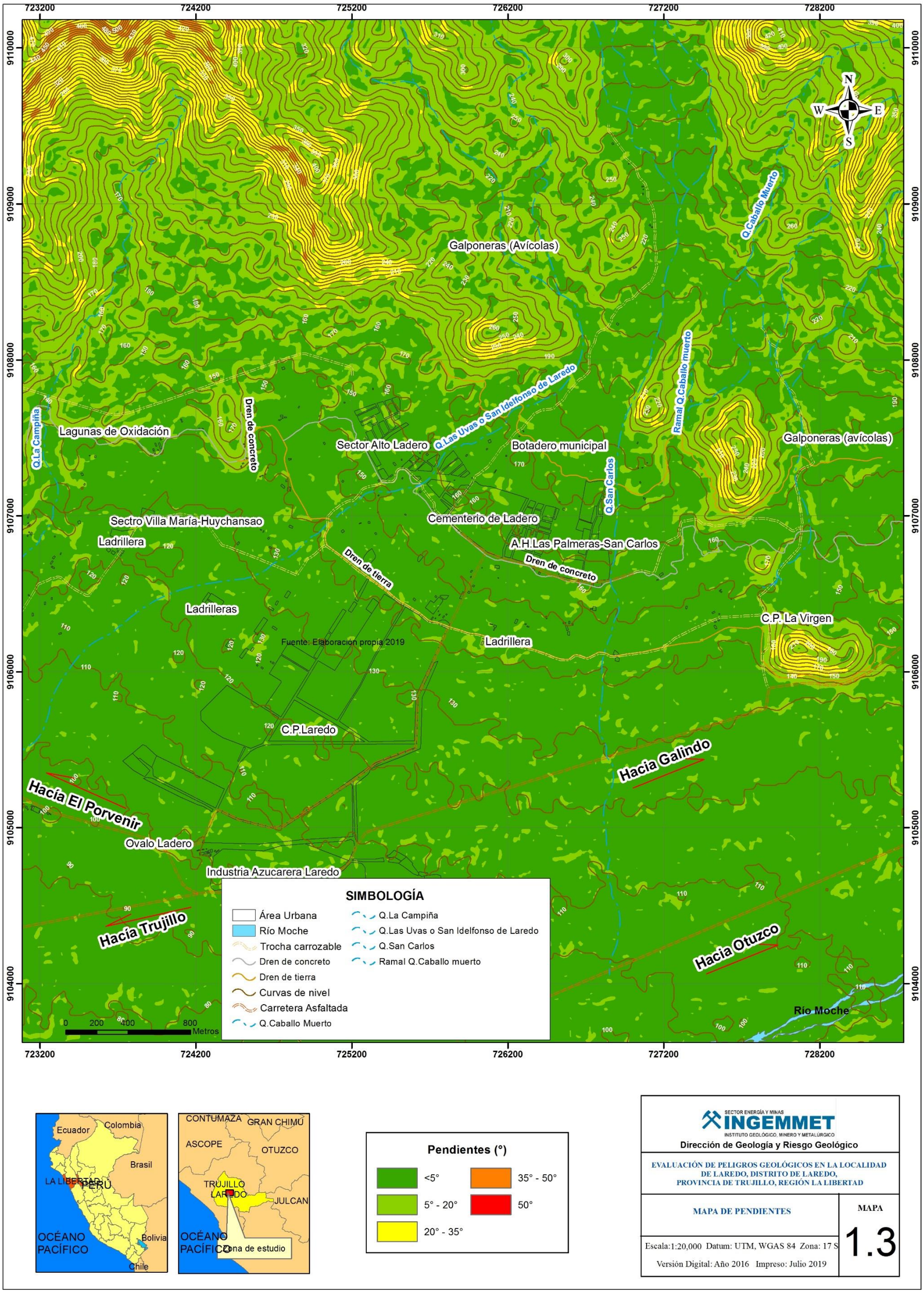
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE LAREDO, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD

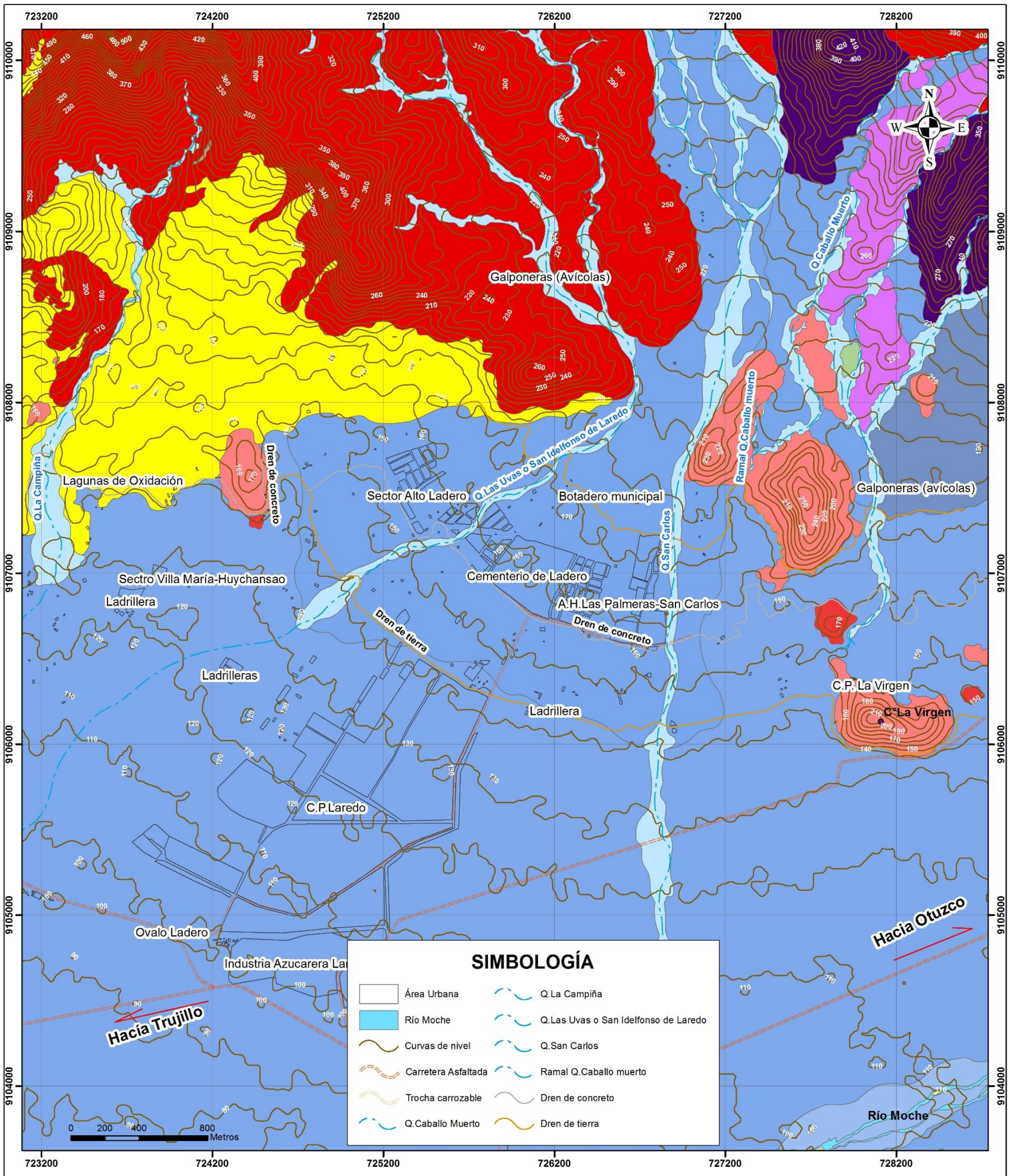
MAPA DE ELEVACIÓN

MAPA 1.2

Escala:1:20,000 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 17 S

Versión Digital: Año 2016 Impreso: Julio 2019


723200
724200
725200
726200
727200
728200
9110000
9109000
9108000
9107000
9106000
9105000
9104000
N
S
E
W
Galponeras (Avícolas)
Q.Caballo Muerto
Ramal Q.Caballo muerto
Q.Las Uvas o San Idelfonso de Laredo
Dren de concreto
Q.La Campiña
Lagunas de Oxidación
Sector Alto Ladero
Botadero municipal
Galponeras (avícolas)
Q.San Carlos
Cementerio de Ladero
Sectro Villa María-Huychansao
Ladrillera
A.H.Las Palmeras-San Carlos
Dren de tierra
Ladrilleras
C.P. La Virgen
Fuente: Elaboración propia 2019
C.P.Laredo
Hacia Galindo
Hacía El Porvenir
Ovalo Ladero
Industria Azucarera Laredo
Hacía Trujillo
Hacia Otuzco
Río Moche
SIMBOLOGÍA
Área Urbana
Río Moche
Trocha carrozable
Dren de concreto
Dren de tierra
Curvas de nivel
Carretera Asfaltada
Q.Caballo Muerto
Q.La Campiña
Q.Las Uvas o San Idelfonso de Laredo
Q.San Carlos
Ramal Q.Caballo muerto
0 200 400 800
Metros
Ecuador
Colombia
Brasil
LA LIBERTAD
PERÚ
OCÉANO PACÍFICO
Bolivia
Chile
CONTUMAZA
GRAN CHIMÚ
ASCOPE
OTUZCO
TRUJILLO
LAREDO
JULCAN
Zona de estudio
Pendientes (°)
<5°
5° - 20°
20° - 35°
35° - 50°
50°
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
Dirección de Geología y Riesgo Geológico
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE LAREDO, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD
MAPA DE PENDIENTES
MAPA
1.3
Escala:1:20,000 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 17 S
Versión Digital: Año 2016 Impreso: Julio 2019



UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

I-fl(Islote fluvial)	V-c(Piedemonte)
L-fl(Lecho fluvial)	RL-rs(Loma en roca sedimentaria)
V-al(Vertiente aluvial)	RL-ri(Loma en roca intrusiva)
T-fl(Terraza fluvial)	RC-ri(Colina en roca intrusiva)
T-al1(ITerraza aluvial 1)	RM-ri(Montaña intrusiva)
T-al2(Terraza aluvial 2)	RL-rv(Loma volcánica)
M-a(Manto de arena)	RM-rv(Montaña volcánica)

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología y Riesgo Geológico

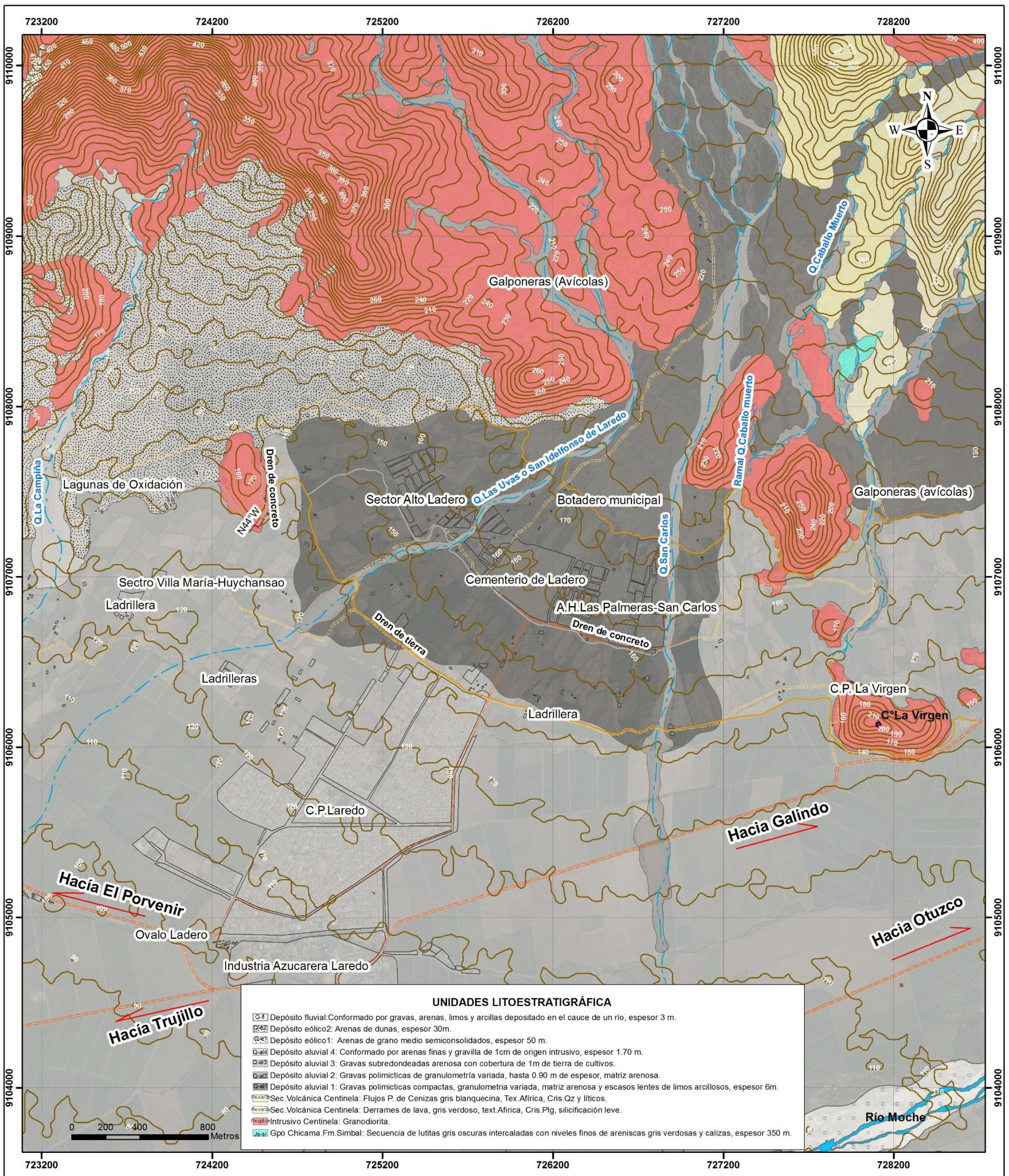
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE LAREDO, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD

MAPA GEOMORFOLÓGICO

MAPA 1.4

Escala:1:20,000 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 17 S

Versión Digital: Año 2016 Impreso: Julio 2019



SIMBOLOGÍA

- Área Urbana
- Trocha carrozable
- Curvas de nivel
- Carretera Asfaltada
- Río Moche
- Q.Caballo Muerto
- Q.La Campiña
- Q.Las Uvas o San Idelfonso de Laredo
- Q.San Carlos
- Ramal Q.Caballo muerto
- Dren de concreto
- Dren de tierra
- Rb y Bz

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología y Riesgo Geológico

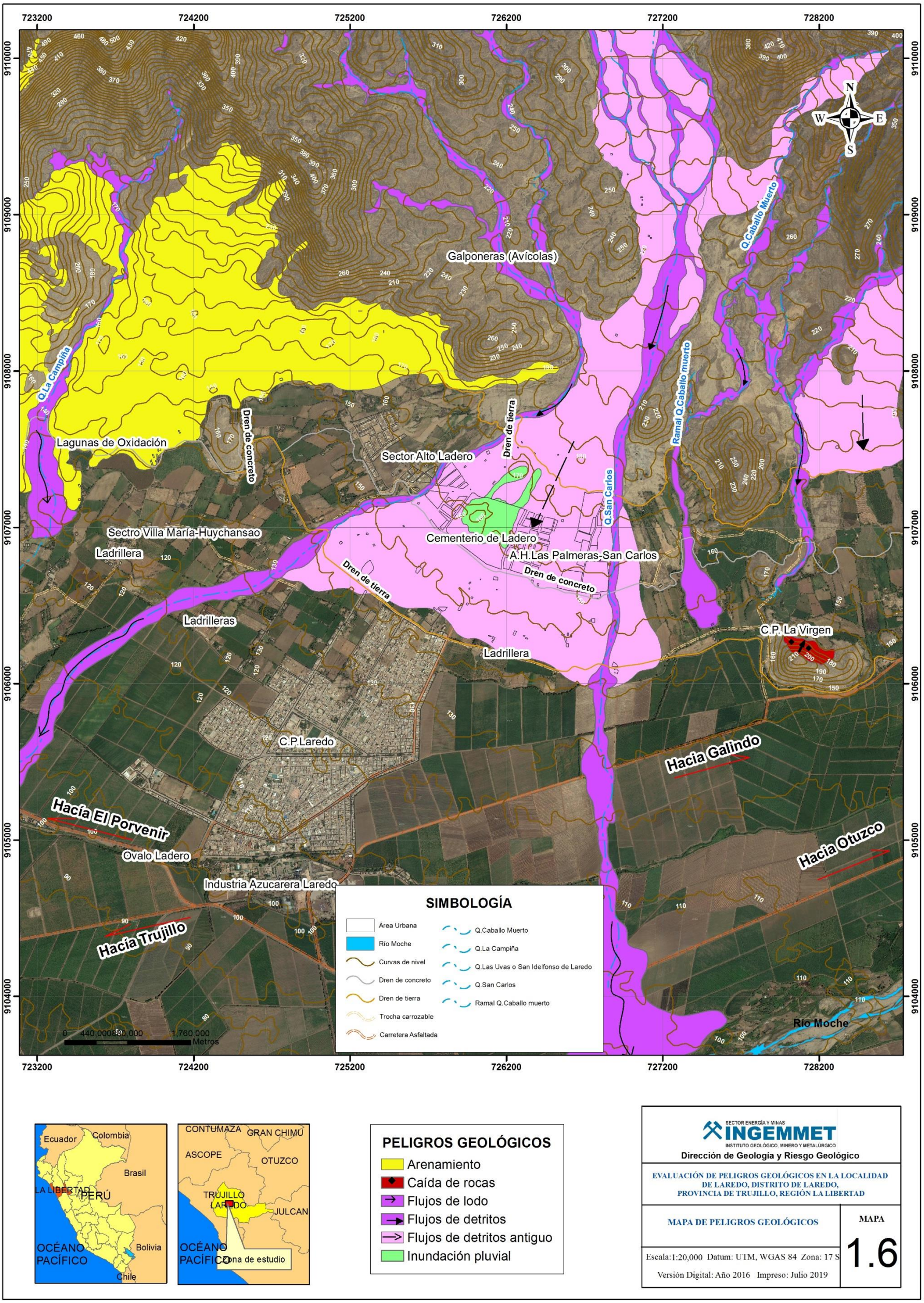
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE LAREDO, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD

MAPA GEOLÓGICO

MAPA 1.5

Escala:1:20,000 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 17 S

Versión Digital: Año 2016 Impreso: Julio 2019



PELIGROS GEOLÓGICOS

- Arenamiento
- Caída de rocas
- Flujos de lodo
- Flujos de detritos
- Flujos de detritos antiguo
- Inundación pluvial

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
Dirección de Geología y Riesgo Geológico

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE LAREDO, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

MAPA 1.6

Escala:1:20,000 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 17 S

Versión Digital: Año 2016 Impreso: Julio 2019