



**ESTUDIO GEOLÓGICO DE 300 Ha. PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LA
INESTABILIDAD DE LOS TALUDES EN LA PARROQUIA YUNGANTZA,
CANTÓN LIMÓN INDANZA**

VOLMER NAPOLEÓN CORONEL PLAZA

TESIS DE GRADO

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN GEOLOGÍA Y MINAS**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO**

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CARRERA DE GEOLOGÍA Y MINAS

MACAS – ECUADOR

2015

HOJA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Volmer Napoleón Coronel Plaza declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en la presente tesis y que el patrimonio intelectual generado por la misma, pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Volmer Napoleón Coronel Plaza

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal constituido por: Ing. Edgar Ramiro Pino Loza e Ing. Henry Remache luego de receptar la presentación de la tesis previo a la obtención del título de Ingeniero en Geología y Minas cuyo título es: “ESTUDIO GEOLÓGICO DE 300 Ha. PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LA INESTABILIDAD DE LOS TALUDES EN LA PARROQUIA YUNGANTZA, CANTÓN LIMÓN INDANZA”, de responsabilidad del Sr. Volmer Napoleón Coronel Plaza, ha sido revisada y verificada, dando fe de originalidad del presente trabajo y emite el siguiente veredicto: Se ha Aprobado el Informe de Tesis; por lo que se recomienda proceder a la recepción de la Defensa Oral.

En la ciudad de Macas, a los 19 días del mes de Junio del 2015.

Para constancia de lo actuado firman:



Ing. Ramiro Pino Loza

DIRECTOR DE TESIS



Ing. Henry Remache García

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

A Dios por a verme dado la fuerza y la oportunidad de estudiar. A mis padres por estar siempre a mi lado cuando más los necesito, en los buenos y malos momentos de mi corta vida, por mostrarme en cada momento su apoyo incondicional y el interés para que estudie y me desarrolle completamente en todos los aspectos de mi vida, pues me han sabido guiar, levantarme y sostenerme sin importar el camino y poniéndome antes de sus compromisos personales, por mostrarme que todo lo que me proponga lo puedo lograr con esfuerzo y dedicación. A mis hermanos por ser parte de mi vida, por alentarme cada día con su cariño, por ayudarme a crecer y madurar junto con ellos. A mis sobrinos por alentarme cada día con su cariño. A mi novia que me ha acompañado en todo momento sin importar el contexto y me ha brindado su apoyo y comprensión incondicional impulsándome a seguir adelante. A mi abuelita por todos sus consejos que me da para que nunca tropiece en el camino. A todos ustedes gracias por ser parte de mi existencia.

AGRADECIMIENTO

Debo iniciar agradeciendo a Dios por guiar mi camino para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO, a los fundadores de la Extensión Morona Santiago y a su personal administrativo, Dra. Matilde Ortiz, Lcda. Martha Viracucha, Lcda. Miriam Lopez y Lcda. Aurora Jimbicti por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, Ing. Edgar Pino y miembro de tesis, Ing. Henry Remache por su esfuerzo y dedicación, quienes con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación han logrado en mí, que pueda terminar mis estudios con éxito.

A mis profesores que durante toda mi carrera profesional han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial al Ing. Fernando Fierro (Abuelito) por sus consejos, su enseñanza y más que todo, por su amistad.

A todo el personal del Cuerpo de Bomberos de Macas en especial al Crnl. Carlos Villa por su amistad, entrenamiento y apoyo incondicional.

A mis compañeros y amigos que siempre estuvieron presentes a lo largo de estos años y que seguirán presentes siempre. A las chicas de octavo nivel Cecibel, Mariuxi, Jhoselyn, Valeria, Gabriela, Claire que aportaron al desarrollo de mi tesis.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

RQD: Rock Quality Designation

RMR: Rock Mass Rating

GSI: Classification System Greatly

Jn: Numero de Discontinuidades por m³

Fm.: Formación

Ma: Millones de Años

Km: Kilometros

m: Metros

mm: Milimetros

m.s.n.m.: Metros Sobre el Nivel del Mar

UTM: Universal Transverse Mercator

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

°C: Grados Centígrados

INDA: Instituto Nacional de Desarrollo Agrario

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE GRAFICOS	viii
LISTA DE FOTOS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	3
A. JUSTIFICACIÓN	3
B. OBJETIVOS:	3
1. OBJETIVO GENERAL:.....	3
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	3
C. HIPÓTESIS.....	4
D. MATERIALES	4
E. METODOLOGÍA.....	4
1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL ÁREA DEL ESTUDIO	5
2. DESARROLLO DEL LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO.....	5
II. MARCO TEÓRICO	7
A. ESTUDIOS GEOLÓGICOS EN DESARROLLO URBANO	7
B. ESTUDIOS GEOLÓGICOS – ESTRUCTURALES.....	7
1. PERFIL LITOLÓGICO, ESTRUCTURAL Y ESTRATIFICACIÓN	8
2. FACTORES MECÁNICOS RMR BIENIAWSKI.....	8
3. GUÍA PARA ESTIMAR RQD EN MACIZOS ROCOSOS	8
C. ZONIFICACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS.....	9
III. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.....	11
A. GEOLOGÍA REGIONAL.....	11
1. FORMACIÓN SANTIAGO.	12

2.	FORMACIÓN CHAPIZA.....	12
3.	FORMACIÓN HOLLÍN.....	13
4.	FORMACIÓN NAPO.....	13
5.	FORMACIÓN MESA.....	14
B.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	14
C.	TECTÓNICA REGIONAL.....	15
D.	GEOMORFOLOGÍA REGIONAL	20
IV.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	26
A.	UBICACIÓN DEL ÁREA.....	26
1.	ACCESIBILIDAD	27
2.	HIDROLOGÍA.....	28
3.	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	30
4.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	33
5.	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO.....	35
6.	DEMOGRAFÍA	38
V.	TRABAJO DE CAMPO.....	40
A.	GEOLOGÍA LOCAL.....	40
1.	FORMACIÓN MESA (TERCIARIO).....	41
2.	ROCAS GRANÍTICAS (CRETÁCEO – TERCIARIO)	42
3.	FORMACIÓN NAPO (CRETÁCEO)	42
4.	FORMACIÓN HOLLÍN (CRETÁCEO)	43
5.	FORMACIÓN CHAPIZA (JURÁSICO CRETÁCEO).....	44
B.	TECTÓNICA LOCAL.....	44
1.	FALLAS:.....	45
2.	FRACTURAS:	47
3.	VETILLAS:.....	48
C.	GEOMORFOLOGÍA DE LA ZONA DE YUNGANTZA.....	48
1.	LA PRIMERA ZONA GEOMORFOLÓGICA	49
2.	LA SEGUNDA ZONA GEOMORFOLÓGICA.....	49
3.	LA TERCERA ZONA GEOMORFOLÓGICA.....	52
4.	LOS PERFILES GEOMORFOLÓGICOS	54

5.	ANÁLISIS DEL PALEO DESLIZAMIENTO.....	56
6.	ANÁLISIS DESLIZAMIENTO DEL CEMENTERIO.....	57
D.	DESCRIPCIÓN GEOMECÁNICA.....	61
1.	ANDESITA.....	61
2.	CALIZA.....	62
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
A.	CONDICIONES MINERAS.....	63
B.	ESTABILIDAD DE LA ZONA.....	64
1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA.....	64
2.	DIRECCIÓN PREFERENCIAL DE LOS SISMOS.....	64
3.	OBSERVACIONES REALIZADAS.....	65
4.	CONCLUSIONES, FIERRO, F. (2006).....	75
5.	RECOMENDACIONES, FIERRO, F. (2006).....	76
VII.	CONCLUSIONES.....	79
VIII.	RECOMENDACIONES.....	80
IX.	RESUMEN.....	81
X.	SUMMARY.....	82
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	83
XII.	ANEXOS.....	85

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
	Cuadro 1: Materiales de Campo y Gabinete	4
	Cuadro 2: Calidad del Macizo Rocoso.....	8
	Cuadro 3: Guía para Estimar RQD	9
	Cuadro 4: Ubicación del Área.....	26
	Cuadro 5: Calculo de Caudal de las Quebradas Existentes.....	29
	Cuadro 6: Calculo de Pendientes de las Quebradas Existentes.....	29
	Cuadro 7: Estaciones Meteorológicas Referenciales	31
	Cuadro 8: Parámetros Meteorológicos.....	32
	Cuadro 9: Especies Forestales.....	36
	Cuadro 10: Mamíferos de la Zona.....	37
	Cuadro 11: Grupos de Fallas Yungantza.....	47
	Cuadro 12: Asociación por Rumbos de Estructuras.....	48
	Cuadro 13: Unidades Geomorfológicas	54
	Cuadro 14: Características Deslizamiento Yungantza.	57
	Cuadro 15: Características Deslizamiento Macro 1	59
	Cuadro 16: Cuadro Comparativo de Observaciones Realizadas.....	65
	Cuadro 17: Análisis Comparativo de Imágenes	71

LISTA DE GRÁFICOS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
Gráfico 1:	Rift Triásico superior- Jurásico inferior en el Perú y Chile.	16
Gráfico 2:	Enjambre Sísmico de Cutucú	19
Gráfico 3:	Alineaciones Estructurales.	20
Gráfico 4:	Mapa Geomorfológico del Ecuador	22
Gráfico 5:	Mapa de Ubicación.....	27
Gráfico 6:	Mapa de Accesibilidad	28
Gráfico 7:	Microcuenca del Río Yungantza	30
Gráfico 8:	Mapa Climas Ecuador	31
Gráfico 9:	Mapa Temperatura Media Ecuador	33
Gráfico 10:	Perfil Térmico.....	33
Gráfico 11:	Perfil Geomorfológico A-A”	55
Gráfico 12:	Perfil Geomorfológico B-B”	55
Gráfico 13:	Perfil Geomorfológico C-C”	56

LISTA DE FOTOS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
Foto 1:	Formación Mesa	41
Foto 2:	Formación Napo	43
Foto 3:	Formación Hollín	44
Foto 4:	Formación Chapiza	44
Foto 5:	Falla Inversa EW/55S	46
Foto 6:	El río Cumtza, margen izquierda, rocas de la Fm. Mesa.	50
Foto 7:	Valle del río Cumtza	50
Foto 8:	Vista Valle del río Yungantza	51
Foto 9:	Vista general Valle del Castillo.	52
Foto 10:	Escarpes tectónicos en andesitas	53
Foto 11:	Características engargantadas del cauce del río Yungantza.	53
Foto 12:	Deslizamiento Yungantza	57
Foto 13:	Deslizamiento Macro 1	58

LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
Anexo 1:	GLOSARIO DE TÉRMINOS.	86
Anexo 2:	FICHAS DE AFLORAMIENTOS.	92
Anexo 3:	FICHAS DE DESLIZAMIENTOS.	100
Anexo 4:	PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RMR	104
Anexo 5:	MAPAS TEMATICOS.	107

ESTUDIO GEOLÓGICO DE 300 Ha. PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LA INESTABILIDAD DE LOS TALUDES EN LA PARROQUIA YUNGANTZA, CANTÓN LIMÓN INDANZA

INTRODUCCIÓN

Hace pocos años atrás nació un nuevo principio fundamental de Geología, el de la simultaneidad de eventos. Dicho principio afirma que la historia geológica de la Tierra se ha caracterizado por un cambio gradual y pausado a lo largo de grandes periodos, pero estos periodos han sido interrumpidos por eventos bruscos y de gran magnitud que han afectado simultáneamente a todo el planeta¹.

Los riesgos geológicos empiezan a ser considerados en la década de 1960, debido a que se detectó un aumento de los desastres naturales y sus implicaciones antrópicas; de acuerdo con las estimaciones de la Oficina para el Socorro de Desastres de las Naciones Unidas la cantidad de pérdidas humanas por deslizamientos de tierra, inundaciones y terremotos se han ido incrementando con el pasar del tiempo con el desarrollo poblacional y habitad en lugares sin un ordenamiento territorial.

Las amenazas geológicas son responsables de grandes pérdidas de vidas y destrucción de la propiedad pública y privada. En los últimos 20 años cientos de personas en la provincia de Morona Santiago han sido víctimas de un terremoto de 6.9 grados en la escala de Richter, el 3 de octubre de 1995 a las 01:51UT a 58.64Km de profundidad², además de pérdidas de bienes como el puente sobre el río Upano en la ciudad de Macas, daños estructurales en el Hospital Quito de la ciudad de Méndez; se suman un aproximado de 5 en deslizamientos de tierra. En el Ecuador por su situación geográfica, relieve, clima, uso del suelo, expansión demográfica y desarrollo económico, está expuesto continuamente a diferentes tipos de riesgos geológicos y climáticos naturales de mayor o menor escala de intensidad y/o magnitud.

¹ Abramson L, W. (1996) "Engineering geology principles". Slope stability and stabilization methods. Wiley interscience.pp. 60-106.

² <http://www.igepn.edu.ec/informes-sismicos/sismicidad/206--25/file.25/01/2015>

A nivel sectorial, la comunidad de Yungantza manifiesta su necesidad por conocer la estabilidad de la zona en vista que desde 1980 existen varios acontecimientos importantes como: un hundimiento en la cancha de la Escuela Santa Teresita que fue provocado por el ingreso de un volquete, el asentamiento progresivo de la Escuela Santa Teresita y el asentamiento de un bloque del Colegio Nacional Yungantza.

Esto define la existencia de escenarios urbanos poco funcionales y estables, lugares que por su ubicación geográfica pueden representar algún tipo de riesgo. Aquí surge la necesidad de realizar un **“ESTUDIO GEOLÓGICO DE 300 Ha. PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LA INESTABILIDAD DE LOS TALUDES EN LA PARROQUIA YUNGANTZA, CANTON LIMÓN INDANZA”**, con el fin de determinar las causas de la inestabilidad del talud donde se localiza el centro poblado de Yungantza. Esta evaluación permitirá establecer la evidencia de movimientos diferenciales del cuerpo, comparadas con la evaluación inicial del sector realizada el año 2006³ a fin de que si es necesario, se generen medidas de previsión y prevención que ayuden a evitar pérdidas de vidas humanas.

El estudio geológico estructural del sector se basó en el levantamiento de la información bibliográfica, la posterior verificación y validación en la fase de campo; la misma que permitió entender la litología, estructuras y lineamientos, que sumados a otros parámetros de susceptibilidad permitió obtener las causas de la inestabilidad del área estudiada. En tal virtud, el presente trabajo plantea el desarrollo de los siguientes objetivos para el cumplimiento de dicha investigación.

³ Fierro, F. (2006), Estudio Geológico del Colegio Nacional Yunganza.

I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

A. JUSTIFICACIÓN

Los estudios geológicos son esenciales generadores de información básica necesaria para la formulación de políticas, normas o para la toma de decisiones sobre la estructuración del Modelo de Desarrollo Socio - Económico del país, permiten generar diferentes tipos de mapas: geológicos, de amenazas naturales, proyectos mineros; con cubrimiento nacional, regional, Provincial, así también local en los proyectos altamente estratégicos, en negociaciones internacionales o en la resolución de problemas especiales.

La parroquia Yungantza ha manifestado su necesidad de un levantamiento geológico, para definir el grado de afectación a la estabilidad de los terrenos en los que se localiza la población, las edificaciones como el sub-centro de salud, la escuela, el colegio, la iglesia y la vía Troncal Amazónica, considerando la presencia de trabajos de explotación de minerales en los ríos Cumtza y Yungantza los mismo que están localizados al pie del talud donde se asienta el centro poblado. Esta es la razón por la cual se plantea realizar la investigación geológica que permitirá definir el grado de afectación en el caso de existir.

B. OBJETIVOS:

1. Objetivo General:

- Realizar el estudio geológico en un área de 300 Ha., en el sector donde se localiza la población de Yungantza, para determinar las causas de la inestabilidad de sus taludes.

2. Objetivos Específicos:

- Obtener datos geológicos y estructurales de los taludes de la zona de estudio.
- Obtener las características litológicas de las rocas en dichos sectores.
- Desarrollar los respectivos mapas temáticos.

- Recomendar soluciones técnicas para hacer frente el problema de inestabilidad del talud donde se encuentra ubicado el pueblo de Yungantza.

C. HIPÓTESIS

El estudio geológico permitirá determinar las causas que generan la inestabilidad del área propuesta.

D. MATERIALES

Se utilizó materiales de campo y gabinete, los mismos que se describen a continuación.

Cuadro 1: Materiales de Campo y Gabinete

Materiales de campo:	Materiales de gabinete:
Mapa topográfico	<u>Hardware:</u>
Brújula de geólogo	Un ordenador portátil
GPS	Plotter HP
Martillo de geólogo	Impresora Epson L210
Lupa 10x, 20x	<u>Software:</u>
Flexómetro	AutoCAD
Cámara fotográfica	
Lápices	
Transportador	

Elaboración: Coronel, V. (2015)

E. METODOLOGÍA

El proceso para obtener datos geológicos y estructurales de detalle se divide en tres actividades principales: recopilación de la información del área del estudio, desarrollo del levantamiento de campo y adquisición de datos, y por último, el análisis de resultados.

1. Recopilación de la información del área del estudio

Se recaba la información relacionada con el área a estudiar como: cartografía topográfica y geológica, planos topográficos a escalas donde pueda ser localizada el área de interés y fotografías aéreas verticales u orto fotos a diferentes escalas.

Cartografía topográfica.- Al contar con la cartografía a escala 1:50000 y al trabajar con un presupuesto limitado se realiza la toma de puntos con GPS y se edita el mapa a una escala más detallada.

Cartografía temática.- Se toma como referencia la carta geológica de Méndez a escala 1: 100 000, la cual permite tener la información necesaria como punto de partida para el estudio geológico de detalle.

2. Desarrollo del Levantamiento Geológico

Se identifican tanto en el campo como sobre el plano correspondiente, los rasgos topográficos más sobresalientes, las rocas que constituyen la columna estratigráfica y estructuras principales; las zonas de interés geológico como cortes de caminos y afloramientos naturales.

Durante el trabajo de campo se cartografían contactos entre rocas y suelos en taludes; se distingue la roca sana de la descomprimida o alterada, y se toman datos litológicos y estructurales que sirvan para determinar la geología.

- Litología

Recolección de datos referentes a las características texturales y propiedades generales como: color, composición, mineralogía, textura (tamaño, forma y acomodo de los elementos de la roca) y estructura (rasgos macroscópicos de una unidad litológica.) y espesor de las unidades litológicas y suelos, en metros. (Ver anexo 2.- Fichas de Afloramientos).

- Estratigrafía

Correlación de las diferentes unidades litológicas con otras ya conocidas o denominarlas de acuerdo a su magnitud y ubicación en el tiempo, esto es: grupo, formación y miembro. Y esquematizar la secuencia o columna estratigráfica local.

- Geología estructural

En el área de estudio debido a que algunas zonas están desprovistas de vegetación

(suelos y taludes), la toma de datos se distribuye de modo equidistante, cada 20 o 25 m. Y en otros casos se toma todos los datos posibles. Se recoge aquellos rasgos que se hayan identificado previamente en fotografías aéreas, para recabar información estructural y litológica en ambos lados de las estructuras. También se indica todos aquellos lineamientos que en superficie estén ocupados por arroyos o manantiales.

En las fallas se identifica su tipo, rumbo y buzamiento, así como las características del material en la zona de falla. Además se conoce la magnitud del fallamiento, su edad relativa respecto de las diversas unidades litológicas. En el caso de sistemas de fracturas, se establece la separación entre ellas, su rumbo e inclinación y tipo del relleno; se indica las características de los planos y la alteración.

Dentro del estudio geológico se determina y describe las características del relieve, así como sus geoformas, con énfasis en la pendiente y a sus cambios de inclinación.

Y una vez finalizado el levantamiento geológico, se correlaciona las unidades litológicas encontradas con el análisis mecánico de los afloramientos (RMR) (Ver Anexo 4.- Parámetros para la Determinación del RMR según Bieniawski) y se elabora un mapa Geológico, que servirá como base para la determinación de zonas inestables en la zona de estudio, alcanzando así los objetivos planteados en el proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

A. ESTUDIOS GEOLÓGICOS EN DESARROLLO URBANO

Según Obando, T. (2009) ⁴, señala que para la ejecución de obras de construcción es importante el reconocimiento geológico del terreno, tanto en superficie como en profundidad, es una labor previa indispensable en todas ellas para verificar la adecuación del lugar seleccionado y detectar eventuales problemas.

El objetivo de los estudios geológicos es la determinación de las características litológicas y estructurales de los materiales existentes en el sitio de estudio, mediante un conjunto de técnicas y procedimientos que se utilizan para reconstruir su historia geológica.

El procedimiento que se lleva a cabo para desarrollar los estudios geológicos es la siguiente:

- Determinar las diferentes unidades geológicas (suelo, la posición estructural que les corresponda (columna estratigráfica), así como identificar estructuras mayores y menores.
- Determinar y evaluar la calidad de los materiales.
- Definir el modelo geológico del área estudiada y en su caso proponer trabajos complementarios de mayor detalle.

B. ESTUDIOS GEOLÓGICOS – ESTRUCTURALES

Los estudios geológicos en potenciales sectores de construcción de infraestructura constituyen la base sobre la cual se apoyan todas las edificaciones existentes, pues, se debe realizar siempre un estudio de la litología y el suelo sobre la cual se construirá. Si no se realizan los estudios base correspondiente, la mayoría de las edificaciones con el tiempo tendrán problemas los cuales son muy difíciles de reparar estando ya la edificación terminada.

La litología, la geomorfología, la estructura y el estado de meteorización, entre otros, son factores determinantes en la ocurrencia de zonas inestables. En el presente trabajo investigativo se procederá a describir:

⁴ Obando, T. (2009), Modelación geo mecánica y temporal de la licuefacción de suelos.

1. Perfil Litológico, Estructural y Estratificación

La columna litológica representa gráficamente la estratigrafía generalizada de un sector. En la parte inferior se dibuja los estratos más antiguos y en la parte superior los estratos más jóvenes. El eje horizontal representa la resistencia contra la meteorización. Desde el punto de vista litológico, los materiales se clasifican de acuerdo con su génesis o formación (Abramson, 1996), diferenciándose dos grupos de materiales diversos que son: la roca y el suelo.

2. Factores Mecánicos RMR Bieniawski

El valor del RMR ha sido utilizado para estimar las propiedades del macizo rocoso. Bieniawski (1984-1989), Serafim y Pereira (1993) han proporcionado una relación entre el RMR y el módulo de deformación del macizo rocoso. El valor del RMR también es utilizado como una forma de estimar los factores m y s del criterio de rotura Hoek-Brown, las ecuaciones para su determinación son planteadas por Hoek y Brown (1988) al igual que el valor del GSI introducido por Hoek (1995) para finalmente evaluar la resistencia del macizo rocoso.

3. Guía para Estimar RQD en Macizos Rocosos

Cuadro 2: Calidad del Macizo Rocosos

Tabla Resumen	
RQD	Calidad del Macizo Rocosos
<25%	muy pobre
25-50%	pobre
50-75%	normal
75-90%	bueno
90-100%	excelente

Elaboración: Coronel, V. (2015)

Para determinar J_n a partir de un frente de avance, en un talud, donde no tienes posibilidad de visualización tridimensional, lo más aproximado es contar el número de juntas de cada

familia por metro lineal, sumarlo, y multiplicarlo por tres, este valor se resta de cien y se obtiene el porcentaje de RQD para el macizo.⁵

$$RQD = 100 - (3 * J_n)$$

Dónde: J_n es igual al número de discontinuidades por m^3 .

Siempre utilizo esta fórmula por cuanto es más simple y se acerca más al intervalo de variación de RQD entre 0 y 100.

Cuadro 3: Guía para Estimar RQD

GUIA PARA ESTIMAR RQD EN MACIZOS ROCOSOS											
RQD= 100 - (3*Jn)		Tamaño de bloque	N° fracturas por m3	RQD	RQD= 100 - (3*Jn)		Tamaño de bloque	N° fracturas por m3	RQD		
Jn	RQD				Jn	RQD					
1	97	exelente	1 m3	1	100	9	73	regular	1 m3	9	73
2	94			10	70					10	70
3	91			11	67					11	67
4	88	bueno	1 m3	4	91	12	64			12	64
5	85			5	88	13	61			13	61
6	82			6	85	14	58			14	58
7	79			7	82	15	55			15	55
8	76			8	79	16	52			16	52
<i>Jn= número de discontinuidades por m3</i>											<i>Fierro, F, 2004</i>
RQD= 100 - (3*Jn)		Tamaño de bloque	N° fracturas por m3	RQD	RQD= 100 - (3*Jn)		Tamaño de bloque	N° fracturas por m3	RQD		
Jn	RQD				Jn	RQD					
17	49	malo	1 m3	17	49	25	25	muy malo	1 m3	25	25
18	46			18	46	26	22			26	22
19	43			19	43	27	19			27	19
20	40			20	40	28	16			28	16
21	37			21	37	29	13			29	13
22	34			22	34	30	10			30	10
23	31			23	31	31	7			31	7
24	28			24	28	32	4			32	4
						33	1			33	1
<i>Jn= número de discontinuidades por m3</i>											<i>Fierro, F, 2004</i>

Fuente: Fierro, F. (2004), Manual para determinar el RQD – Guía para el dictado de cátedra.

C. ZONIFICACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

Los deslizamientos de tierra son un problema muy común en las ciudades construidas en áreas de montaña, como resultado de la expansión poblacional, lo cual ha acelerado el

⁵ Fierro, F. (2004), Manual para determinar el RQD – Guía para el dictado de cátedra.

desarrollo de movimientos en las laderas susceptibles a deslizamientos en las zonas urbanas.

Algunos de los efectos que contribuyen a la inestabilidad son los siguientes:

- Cortes con pendientes y taludes fuertes disminuyendo los factores de seguridad de los taludes
- Colocación de rellenos aumentando los niveles de esfuerzos cortantes en el suelo, redirección de las aguas de escorrentía concentrándolas en áreas que no estaban preparadas para recibirlas.
- Aumento de infiltración por riego, pozos sépticos y ex-filtraciones de ductos de agua.
- Remoción de árboles y otros tipos de vegetación.
- Modificaciones del nivel de base del talud.

III. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

A. GEOLOGÍA REGIONAL

Para la descripción de la geología regional donde se localiza el área de estudio, se toma como referencia el Léxico Estratigráfico Internacional de Hoffstetter, R.⁶ y el Breve Léxico Estratigráfico del Ecuador de Duque, P.⁷ con los cuales se realizará la descripción de las características geológicas a nivel regional, a estos dos textos se sumará las informaciones proporcionadas por el Director del trabajo.

El área del proyecto se encuentra localizada en la zona sur del Ecuador, se localiza en el valle que forman las cordilleras de Cutucú al este y la Real, al oeste; la Cordillera del Cutucú comprende esencialmente terrenos jurásicos y cretácicos: aún se nota un pequeño núcleo paleozoico en el norte, corresponde a un anticlinorio, cuyo flanco oriental forma estructuras secundarias (Cangaime, Macuma, Oso), para finalmente hundirse en una zona de flexuras y fallas. Hacia el oeste sigue un área sinclinal con cretáceo aparente, forma una depresión longitudinal, drenada por el río Upano. Las capas vuelven a levantarse a lo largo de la Cordillera Real, permitiendo la reaparición de un núcleo jurásico.

Frente a la depresión Napo – Pastaza, se conoce otra estructura anticlinal llamada Mirador; está pegada a los Andes y tiene una extensión reducida.

Más al norte el domo del Napo está constituido por un cretáceo ampliamente expuesto, casi horizontal pero que buza al este en una zona de flexuras: el jurásico piroclástico subyacente aparece en los cortes de los ríos. Hacia el oeste el conjunto colinda con la cobertura andina, formada de paleozoico y mesozoico acompañados por un batolito granítico alargado.

En la depresión Napo-Pastaza y en la llanura amazónica se extiende un potente Terciario continental, son algunos episodios salobres. Descansa sobre el Cretáceo reconocido en perforaciones.

En la zona de la Cordillera Real de los Andes, dominan rocas metamórficas del Paleozoico. Regionalmente la zona de estudio se halla en el dominio de las formaciones geológicas:

⁶ Hoffstetter, R. (1977), Léxico Estratigráfico Internacional.

⁷ Duque, P. (2000), Breve Léxico Estratigráfico del Ecuador.

Santiago del Jurásico, Chapiza, Napo y Hollín, del Cretácico; Mesa del terciario; Mera del Cuaternario y rocas volcánicas indiferenciadas cuyas descripciones son las siguientes:

1. Formación Santiago.

La secuencia denominada Santiago corresponde a una secuencia rítmica turbidítica de areniscas, brechas sedimentarias, limolitas, limolitas calcáreas, tobas, calizas marinas, lutitas, areniscas, conglomerados y rocas volcánicas. Forma gran parte de la cordillera Cutucú (Tschopp, 1953). Evidencias paleontológicas indican una edad del Liásico. Se extiende hacia el sur dentro del Perú, pero está ausente hacia el norte. Comprende una secuencia no metamorfoseada de calizas silíceas grises, areniscas calcáreas (turbidíticos en partes) y pizarras negras. Gradúa lateralmente hacia el occidente a la Unidad Chapiza (Aspden & Litherland, 1992). Estos autores consideran que al menos la base de esta última puede ser el equivalente lateral del tope de la Fm. Santiago.

2. Formación Chapiza.

Comprende una sucesión de sedimentos continentales clásticos, caracterizadas por lutitas rojo parduzco (capas rojas), sobre las cuales se halla depositada un conjunto de tobas y piroclásticos reconocidos como miembro Misahuallí. Forma parte del flanco oriental de la cordillera del Cutucú, en forma de pizarras y areniscas, grises y rosadas, estas rocas no se observan en el flanco oriental del Cutucú, pero afloran en la región subandina en los alrededores de Sucúa y Macas. La Chapiza se halla dividida en tres miembros (Tschopp, 1953); la secuencia inferior o Chapiza inferior donde se tiene lutitas, arenisca y areniscas con finos horizontes de anhidrita, dolomita y yeso; La Chapiza media son lutitas, areniscas estas se hallan libres de evaporitas; el nivel superior o miembro Misahuallí, consiste en una intercalación lutitas, roja, conglomerados y rocas volcánicas, tobas tanto continentales como marinas y cuya química es intermedia a básica. Rocas de este tipo afloran visiblemente en las inmediaciones de la población de El Rosario, y se extienden siguiendo el Río Yungantza, por el sector noreste hasta el Valle del Castillo, en donde se encuentran en contacto con la Fm. de Hollín. Son rocas volcánicas feldespáticas de color claro, variado hasta gris oscuro, de textura fina, y muy meteorizada, que son utilizadas para lastrar las

vías, y que también se explotan como material fundente para la industria cerámica, estas rocas hasta la actualidad no han sido investigadas.

La localidad tipo se localiza entre los ríos Chapiza y Yapi y a lo largo del río Chapiza, unos 28 Km al NNW del pueblo de Yaupi.

3. Formación Hollín.

Aflora a lo largo del Río Hollín que desemboca en el Misahuallí, 8 km al este de El Tena. Es una arenisca de cuarzo, blanca, grano medio a grueso, maciza o con estratificación cruzada, con intercalaciones escasas de lutitas arenosas, localmente micáceas o carbonatadas, son relativamente comunes las impregnaciones de asfalto. Es parte de los reservorios petroleros principales del Oriente. Acompaña generalmente a la Fm Napo supra yacente. En el flanco E de la Sierra Cutucú descansa en discordancia angular sobre la Fm. Chapiza, en el oeste de la misma sierra yace sobre la Fm. Santiago y en varios ríos aparece encima de la Fm. Misahuallí. Alcanza hasta 200m de espesor. Estudios palinológicos señalan la base de edad Aptiano y la mayoría de la formación data del Albiano. Una serie de lavas y piroclastos que comprende esencialmente la parte inferior de la formación podrían ser del Cretácico inferior.

4. Formación Napo.

Aflora a lo largo del alto Napo al este y oeste de Puerto Napo. Forma el cauce y las pendientes del río desde arriba del Río Anzú hasta 10 km aguas abajo del pueblo de Napo. Serie variable de calizas fosilíferas, grises a negras, entremezcladas con areniscas calcáreas y lutitas negras. Muchos componentes son bituminosos por lo que varios autores la consideran la roca madre del petróleo (Tschopp, 1953). Forma el domo del Napo y los flancos del anticlinal de Cutucú. Sigue hacia el E en profundidad y se encuentra en todas las perforaciones. Descansa concordantemente sobre la Fm. Hollín y está cubierta por las capas rojas de la Tena con ligera discordancia erosiva. Esquistos calcáreos bituminosos correlacionados con la Napo se conocen en la margen oriental de la Cordillera Real (Bristow y Hoffstetter, 1977). Se ha subdividido en 3 litologías: Napo Inferior (areniscas y lutitas con calizas subordinadas), Napo medio (caliza principal, maciza, gris, fosilífera, de espesor constante entre 70 y 90 m) y Napo Superior (lutitas verde grises hasta negras inter

estratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas). Debido a la rica fauna de foraminíferos y ostrácodos se ha podido determinar una edad que va del Albiano al Santoniano.

5. Formación Mesa.

Aflora a lo largo del alto Napo al este y oeste de Puerto Napo. Forma el cauce y las pendientes del río desde arriba del Río Anzú hasta 10 km aguas abajo del pueblo de Napo. Serie variable de calizas fosilíferas, grises a negras, entremezcladas con areniscas calcáreas y lutitas negras. Muchos componentes son bituminosos por lo que varios autores la consideran la roca madre del petróleo (Tschopp, 1953). Forma el domo del Napo y los flancos del anticlinal de Cutucú. Sigue hacia el E en profundidad y se encuentra en todas las perforaciones. Descansa concordantemente sobre la Fm. Hollín y está cubierta por las capas rojas de la Tena con ligera discordancia erosiva. Esquistos calcáreos bituminosos correlacionados con la Napo se conocen en la margen oriental de la Cordillera Real (Bristow y Hoffstetter, 1977). Se ha subdividido en 3 litologías: Napo Inferior (areniscas y lutitas con calizas subordinadas), Napo medio (caliza principal, maciza, gris, fosilífera, de espesor constante entre 70 y 90 m) y Napo Superior (lutitas verde grises hasta negras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas). Debido a la rica fauna de foraminíferos y ostrácodos se ha podido determinar una edad que va del Albiano al Santoniano.

B. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La principal estructura geológica de la zona corresponde a la falla Real, que es la que pone en contacto a las rocas sedimentarias de la cuenca amazónica con las rocas metamórficas de la cordillera andina; el rumbo general de esta estructura es N-S y se halla emplazada aproximadamente a 500m. Hacia el occidente del río Yungantza y corresponde a una falla inversa donde el movimiento relativo hace que el bloque occidental suba en relación al oriental.

Asociada a esta falla y como fallas de distensión existe un sinnúmero de fallas tanto normales como inversas que han provocado la dislocación de los bloques.

C. TECTÓNICA REGIONAL

Ecuador se encuentra localizado en el borde occidental activo de Sudamérica, a lo largo del cual, en forma permanente, la Placa Nazca de origen oceánico subduce a la placa sudamericana de origen continental en dirección aproximadamente E-W a una velocidad promedio de 58 mm/a, algo que ocurre desde el Oligoceno (26 Ma) hasta la actualidad.⁸

La evolución tectónica del Ecuador debe ser analizada desde las últimas etapas de la Pangea y su posterior disgregación, encontrándose el Ecuador al súper continente Gondwana, la generación de la Dorsal meso atlántica provoca la división de este en África y Sudamérica, moviéndose esta hacia el occidente (según la orientación actual), de la misma manera la generación de la dorsal meso Pacífico hace que la corteza oceánica (Placa Nazca) tenga un movimiento hacia el occidente, con lo cual se produce el choque de las dos placas produciéndose la subducción de la Placa Nazca bajo la placa sudamericana; posterior a esto se tiene la generación del punto caliente (hot spot) Galápagos con la formación de la cordillera de Carnegie, que se ubica encima de la Placa Nazca y representa uno de los rasgos geomorfológicos más importantes en el marco geodinámico del Ecuador. Ésta fue creada por material generado por el punto caliente de Galápagos y subduce al continente con una orientación casi E-W (Gutscher et al., 1999; Guillier et al., 2001).

El desarrollo de la sucesión estratigráfica del Ecuador, es sobre las rocas del pre Cámbrico, que corresponde a rocas ígneas (granitos) y metamórficas del escudo Guayano-Brasileño y que se describen en cuatro eventos.

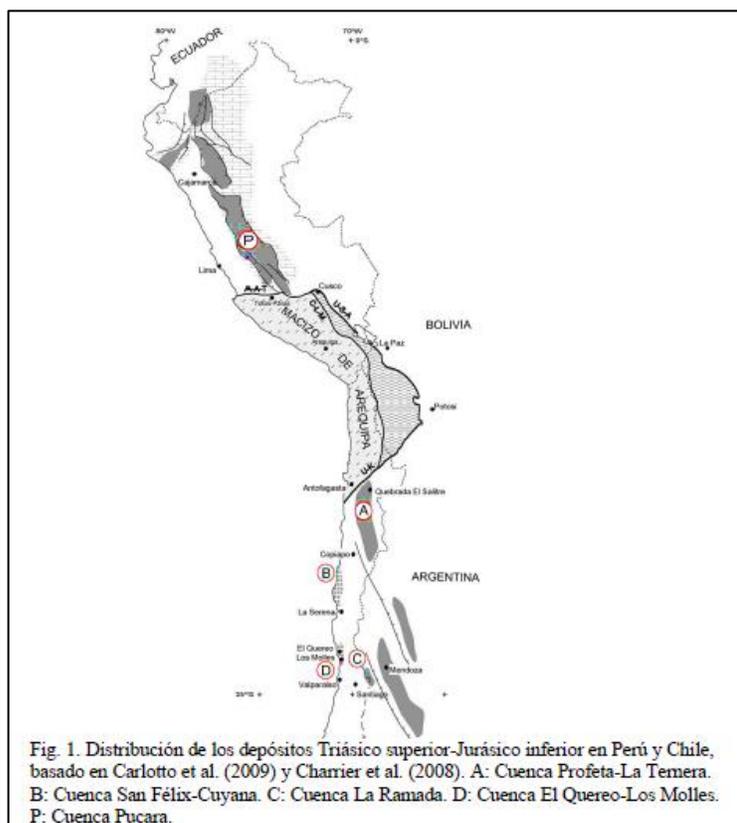
El primero denominado Pumbuiza (Silúrico?-Devónico) está caracterizado por la Fm. Pumbuiza (Goldschmid, 1941), compuesta de pizarras grises a negras y areniscas cuarcíticas de ambiente marino de plataforma; presentan un metamorfismo incipiente pre carbonífero.

El segundo evento denominado Macuma (Carbonífero-Pérmico), representado por la Fm. Macuma (Dozy & Baggela Ar, 1940; 1941; Goldschmid, 1941), que está compuesta por potentes estratos de calizas bioclásticas, dolomías, con intercalaciones de lutitas y areniscas finas a veces glauconíticas.

⁸ Pardo, F. (1987). Tectonics, Relative Motion of the Nazca.

El tercer evento ciclo del rift, (Triásico Sup.-Jurásico Inf.). Denominado Corredor Sacha Shushufindi en la cuenca norte y rift del Upano en la parte sur, es el dominio de la Fm. Santiago (Goldschmid -1941) que aflora en la Cordillera de Cutucú, está constituida por sedimentos marinos ricos en materia orgánica y vulcano-sedimentos hacia la parte superior. Esta formación en el N está presente solamente en el Corredor Sacha Shushufindi. Este ciclo es sin-tectónico y registra la apertura de un "Rift" (Christophoul, 1999), evidenciada por un volcanismo toleítico continental (Romeuf et al., 1997).

Gráfico 1: Rift Triásico superior- Jurásico inferior en el Perú y Chile.



Fuente: Carlotto et al. (2009)

El conjunto de rocas denominado Santiago, se ha depositado en una cuenca alargada NW-SE (de acuerdo a la polaridad actual), y que han sido descritos en la Cordillera de Cutucú; el concepto de rift nace a partir de la verificación de los cambios bruscos de facies, las constantes diferencias de potencias del conjunto, lo que presupone un esquema de subsidencia de origen tectónico y que se hallan controladas por fallas regionales que a su vez son las que controlan el volcanismo observado dentro de la Fm. Santiago; las

características estratigráficas del conjunto caracterizan un ciclo transgresivo turbidítico, que posiblemente corresponde a la fase de transgresión marina desde S-SW ocurrida durante el Sinemuriano (Goldschmid, 1941; Tshopp, 1953; Christophoul, 1999), y que corresponde a la deposición de la Santiago Inferior constituido por sedimentos marinos someros ricos en materia orgánica; el miembro Santiago Superior está caracterizado por sedimentos vulcano clásticos dominados por un volcanismo toleítico submarino y continental (Romeuf el al., 1997; Christophoul el al., 1999).

El cuarto evento definido como Chapiza – Yaupi - Misahualli (Jurásico Medio-Cretácico inferior).

La Fm. Chapiza (Goldschmid, 1941) comprende una sucesión de sedimentos clásticos continentales (capas rojas), que se depositaron en un clima seco o desértico. Tschopp (1953) introduce tres divisiones: Chapiza Inferior, Chapiza Medio y Chapiza Superior.

Todo el proceso expansivo del Gondwana, que se desarrolla durante el Triásico, concluye con la consolidación del rift Mesoatlántico (aproximadamente hace 200 Ma.) con lo que se inicia un cambio importante en el marco geodinámico global, se inicia el flujo de la placa Sudamericana hacia el oeste, con la modificación del diseño tectónico de la Cuenca Oriente con el inicio de los procesos de subducción.

Los procesos de subducción dan origen a un potente arco magmático de tipo calco alcalino de orientación NNE-SSW, que corre desde el N de Perú hasta el N de Colombia (Romeuf el al., 1995). Este arco volcánico, caracterizado en Ecuador por la Fm. Misahualli (172 Ma. Romeuf el al., 1995), se encuentra intruido por rocas calco-alcalinas tales como: el batolito de Abitagua (162 Ma: Aspden & Litherland; Romeuf el al., 1995), batolito de Zamora y Rosa Florida de edad jurásica media a superior (Aspden el al., 1990).

En este ciclo tectónico-sedimentario comienza un levantamiento y emersión de la zona que genera una fuerte superficie de erosión a la base de la Fm. Chapiza. Esta discordancia angular y la reducida acomodación de la sedimentación refleja que correspondería al fin del "evento rift", concordante con el cambio en el marco Geodinámico, que se relacionaría con el inicio del proceso de subducción Placa Nazca - Placa Sudamericana, dando así inicio al proceso Andino.

A su vez, este evento geodinámico pone fin a la apertura del "Rift" ("Rift" abortado), lo cual provoca un levantamiento y emersión del mismo, que da lugar a la superficie de erosión de la base de la Fm. Chapiza (Christophoul et al., 1999).

La Fm. Chapiza de ambiente continental es contemporánea al arco volcánico Misahualli que corresponde a un volcanismo calco-alcalino cuya zona de afloramiento se restringe a la Zona Subandina, está constituida de acumulaciones volcánicas, que forman parte del arco magmático que corre desde el N de Perú hasta el N de Colombia (Romeuf et al., 1995).

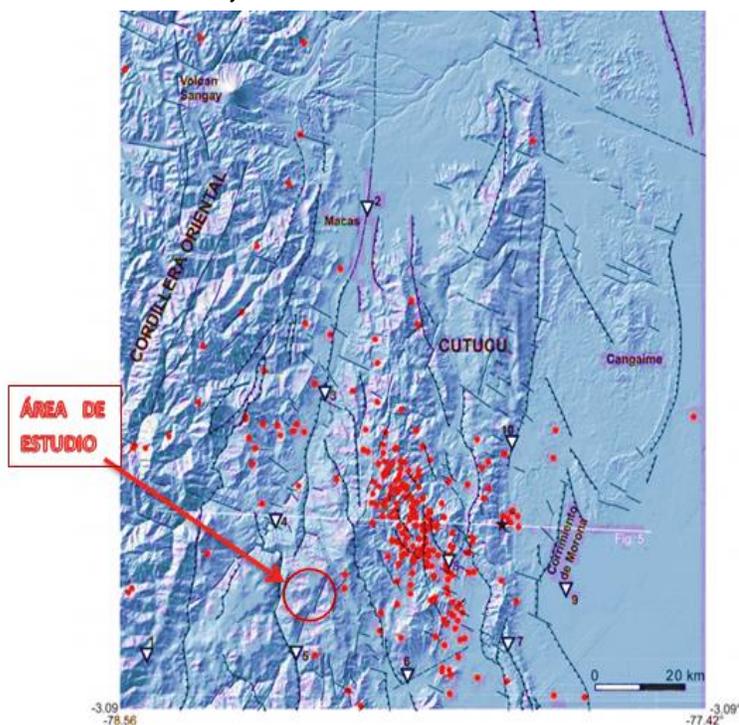
Quinto evento, la Subducción.- El viaje de la Placa Nazca sobre el punto caliente de Galápagos empezó hace 23 Ma (Harpp et al., 2003), que dejó una traza de vulcanismo sobre la misma (Sallarés y Charvis, 2003, Collot et al., 2005), la cual está expresada por esta cordillera submarina de 3 km de altura y 200 km de anchura (Lonsdale, 1978). La edad de arriba a la margen continental aún es tema de debate, proponiéndose varias hipótesis para este evento: Lonsdale (1978) y Pennington (1981) mencionan una edad de 2 Ma; Gutscher (1999) estiman una edad entre 2 y 5 Ma; Witt (2006), 2 Ma; Spikings (2010) propone una edad entre 9 y 15 Ma.

Este proceso de subducción origina los sismos y el vulcanismo, los sistemas de fallas y suturas, el plegamiento y metamorfismo de las rocas, así como la acreción de terrenos al continente.

Otros rasgos tectónicos pueden ser atribuidos a esta subducción; según varios autores (Cantalamessa y Di Celma, 2004 y Witt et al., 2006), es la responsable del desplazamiento relativo del Bloque Nor-Andino, hacia el NNE y la formación de estratovolcanes. Este bloque se encuentra limitado al E y al S por el sistema mayor de fallas transpresivas destrales Dolores-Guayaquil, y al oeste por la zona de subducción de la Placa Nazca (Ego et al. 1996).

En la colisión de la cordillera de Carnegie el Ecuador continental modificó la distribución de los esfuerzos tectónicos a lo largo de esta margen convergente, dando como resultado la formación de muchas fallas con direcciones NW-SE y NE-SW (Espinoza et al 1979). De la misma manera, esta acción ha desarrollado muchas zonas generadoras de sismos, como la denominada "Enjambre Sísmico de Cutucú" muy cercano a la zona del proyecto, y que es una de las zonas de mayor actividad sísmica del Ecuador.

Gráfico 2: Enjambre Sísmico de Cutucú



Fuente: Christophoul, (1999)

Varios de los terremotos destructivos que han ocurrido en Ecuador tienen como actor principal al sistema de subducción de la cordillera, como ejemplo se cita cuatro de los lugares más cercanos a la zona de Yunganza:

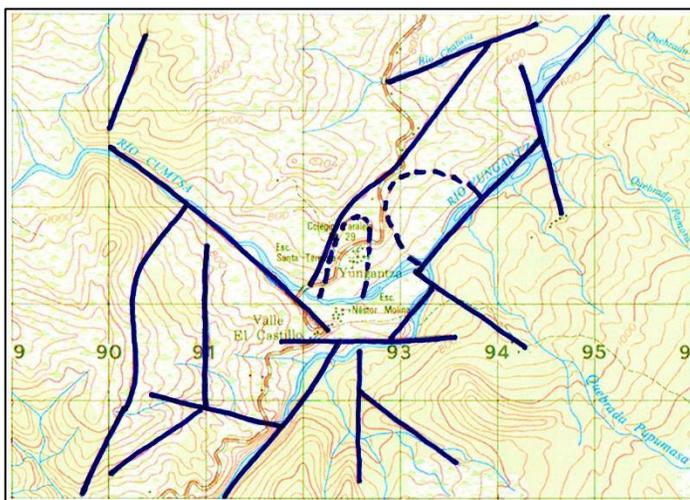
- Cordillera del Cutucú (referenciado como Macas)
- Riobamba, 1797
- Alausí, 1961
- Loja

Los lineamientos tectónicos a nivel regional indican una tendencia N-NE a N-NW y de acuerdo con Baldock (Boletín Explicativo de la Geología del Ecuador-1982) cercana a la zona del proyecto tenemos un anticlinal como estructura dominante; por otra parte del estudio “GEOLOGIA DEL ECUADOR Y EL PERU ENTRE LOS 3° Y LOS 6° SUR” es posible hacer un análisis de la situación regional de la zona denominada cuando se expresa: “El “Dominio Pucará – Zamora comprende las rocas volcánicas relacionadas con el rift Pucara expuesto extensamente en el Perú y a las

rocas intrusivas y volcánicas del arco magmático Zamora, expuesto intensamente en el Ecuador”

Una vez que tenemos la conceptualización general de la tectónica regional, se hace un análisis un poco más local utilizando la carta topográfica Limón escala 1:50.000, donde se localiza el área de estudio y donde identificamos los sistemas de fallas regionales descritas.

Gráfico 3: Alineaciones Estructurales.



Elaboración: Coronel, V. (2015)

En esta imagen se observa la tendencia general del rift local (rift Yungantza), con su tendencia regional N-E, que se halla cortado por fallas N-W y E-W, con modificaciones locales del rumbo, por efectos micro-tectónicos.

D. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La República del Ecuador tectónicamente se ubica en el borde occidental activo de Sudamérica, a lo largo del cual la Placa Nazca subduce bajo la placa Sudamericana en dirección aproximada E-W; el proceso ha originado a lo largo de su evolución geológica, los principales rasgos geotectónicos y morfo tectónicos del país que se halla dividido en tres regiones paralelas a la orientación de la cordillera, destacando de oeste a este, la planicie costera, la zona interandina que comprende, la Cordillera Occidental, el Valle Interandino, y la Cordillera Real; finalmente la Zona Subandina (Oriente) donde se emplaza la cordillera Oriental (dividida en tres secciones: Napo Galeras, Cutucú y El Cóndor), delimitados por estructuras geológicas importantes con tendencia N-S.

La primera zona morfológica, corresponde a la Planicie Costera o Costa que es una zona con bajo relieve y altura, ubicada al oeste de la Cordillera Occidental, donde destacan tres sistemas de elevaciones de poca altura, denominada cordillera de la costa con sus tres divisiones de S a N: Cordillera Chongón Colonche, en la provincia del Guayas; cordillera de Jama Cuaque en la provincia de Manabí y las Lomas de Muisne en la provincia de Esmeraldas.

La segunda zona denominada la Sierra (650Km de longitud) corre a lo largo del país aunque tiene solo 150 km de ancho; en esta región se definen tres zonas geomorfológicas: la Cordillera Occidental, el Valle Interandino y la Cordillera Real.

El origen de la Cordillera Occidental corresponde a un arco volcánico cuyo basamento corresponde a rocas metamórficas (rocas cratónicas) visibles en el sector de El Chota, sobre las cuales se localiza en conjunto litológico de tipo oceánico, de edad Cretácica y que son el basamento de la zona costera.

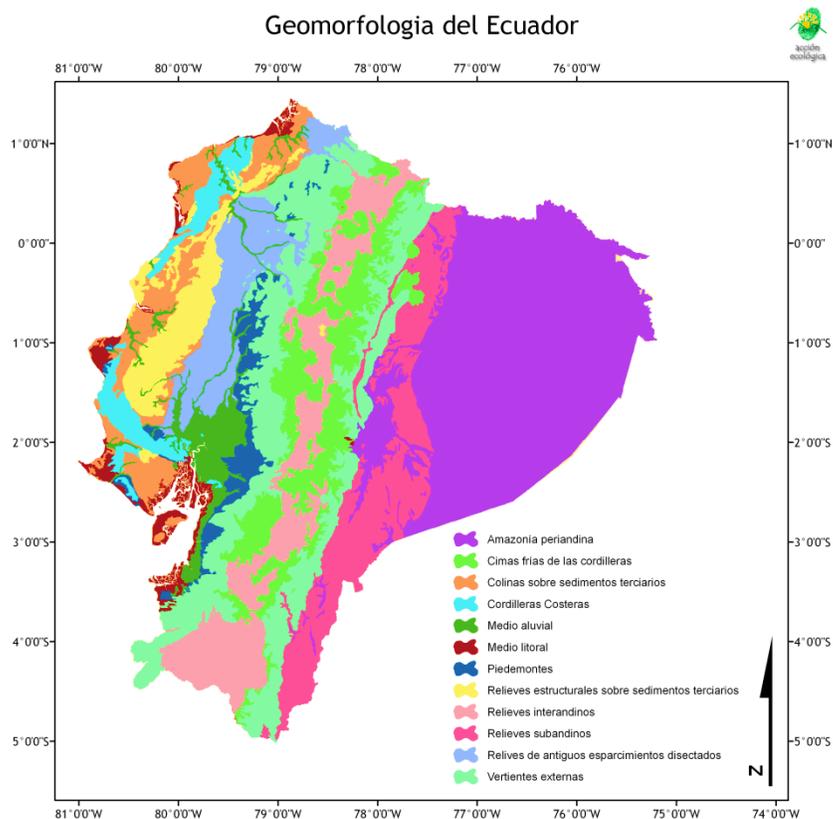
El Valle Interandino (graben de Quito) se localiza en una depresión limitada por las dos cordilleras (la Occidental y la Real) se asocia al frente volcánico, pues la fila de volcanes se puede definir fácilmente gracias a la ubicación de los centros de emisión y su espaciamiento regular. Este alineamiento tiene unos 360 km de longitud y 30-40 km de ancho, pero más al S esta zona comienza a perder estas características, observándose un conjunto bastante irregular de cuencas y nudos menores que no siguen alineamientos bien definidos; las características geológicas corresponden a una zona de deposición de sedimentos Terciarios y a los productos de las emisiones volcánicas del Plio- Cuaternarias.

La Cordillera Real es más ancha y maciza que la Occidental, se caracteriza por sus perfiles abruptos, con crestas angulosas, presentando un nivel de erosión más profundo, lo que indica un movimiento de levantamiento más amplio; esta cordillera es el dominio de rocas metamórficas; al igual que la cordillera Occidental, también exhibe hacia el S una disminución de su relieve, pero conserva todavía un sentido de alargamiento bastante definido.

La zona andina presenta como característica principal la existencia de tres grandes deflexiones, que definen la orientación de las cordilleras; de S a N se indican: La deflexión de Huancabamba (Perú) donde se define un cambio de dirección de la cordillera de Los

Andes de N-NW hacia N-NE; luego la deflexión de El Cañar que gira las estructuras hacia un rumbo N-S y finalmente la deflexión de EL Chota, que nuevamente enrumba la cordillera hacia N-NE.

Gráfico 4: Mapa Geomorfológico del Ecuador



Fuente: Acción Ecológica

Otra característica de la región Andina es la presencia de dos zonas volcánicas la primera hacia el sur de la deflexión de El Cañar denominada zona de volcanismo antiguo, en esa parte de la cordillera no existen los volcanes activos, que sí están presentes hacia el N de la deflexión.

La tercera zona se localiza al este de la Cordillera Real, denominada Zona Subandina, que comprende un valle intra-montano donde se ubican las principales ciudades de la región oriental del Ecuador y la Cordillera Oriental (Napo Galeras, Cutucú y El Cóndor), corresponde al emplazamiento de rocas sedimentarias.

El entorno geomorfológico de la región Costa se caracteriza por relieves suaves, extendidos en una fase de rejuvenecimiento, corresponde a extensas zonas planas que permanecen inundadas durante el período lluvioso de Enero a Mayo.

La morfología de la cordillera occidental está relacionada con las emisiones de productos volcánicos, por lo que se destacan las formas y estructuras de este origen; el valle interandino se define como una zona aplanada en fase de rejuvenecimiento que ha recibido los productos de sedimentación volcánica (cenizas, Lapilli) y la acción de los glaciares durante la etapa de la última glaciación; la cordillera Real al ser emplazamiento de rocas metamórficas, presenta una morfología abrupta, con cortes verticales paralelos a la exfoliación de las rocas, valles angostos y profundos; finalmente la zona Oriental donde se localiza el proyecto, se caracteriza por presentar elevaciones y valles alargados de orientación principalmente NNE-SSW; en esta zona el río Santiago se constituye en el límite geográfico de la Cordillera de Cutucú en su margen izquierda y la de El Cóndor hacia su margen Derecha.

En la región oriental, se definen dos zonas morfológicas, la primera desde las estribaciones de la cordillera Real hasta las estribaciones de las cordilleras Cutucú y El Cóndor, corresponde al dominio de los ríos Upano y Zamora; el Upano discurre formando un valle rectangular limitado por taludes fuertemente verticales, que culminan en una explanada controlada por las rocas de la Fm. Mesa y por los Lahares del Upano (productos de las erupciones del Sangay).

Hacia la parte sur, esta zona corresponde al valle del Yungantza, cuyo río fluye por una estructura geológica de tipo graben, con orientación N-NE hasta el contrafuerte de Plan de Milagro, en este sector tenemos la zona de Limón que se caracteriza por un fuerte tectonismo que conforma una mezcla de formaciones (Baldock define a este sector como Grupo Limón incluyendo en él a las formaciones Hollín y Napo); Fierro, F (2012), denomina a este complejo como el Champuz de Limón, que incluye rocas desde el Jurásico hasta el Terciario (Chapiza, Hollín, Napo y Mesa); continuando hacia el sur por el valle del Indanza hasta el contrafuerte de Calaglas y luego las explanadas de Gualaquiza-Chuchumbeza, donde dominan las rocas de la Fm. Mesa; en esta zona el límite oriental corresponde al río Zamora.⁹

⁹ Fierro, F. (2012), Estudio Geológico de El Rosario.

La segunda zona morfológica corresponde a las estribaciones de las cordilleras (Cutucú y El Cóndor con elevaciones que se extienden hasta sobre los 2500m.s.n.m..) donde se aprecia una distribución en lomeríos de diversa orientación y controlados por la diversidad litológica del sector, en este sector los valles son en V y se define dentro del Ciclo de Davis, como una zona juvenil, con fuerte tendencia al rejuvenecimiento, esto al parecer contradictorio, es analizado desde el punto de evolución de las vertientes de los ríos, principalmente del Zamora que es el que controla las formas debido a su emplazamiento estructural que hace que los flujos de sus afluentes por la margen izquierda tengan en esquema paralelo y con tendencia a la perpendicularidad y por la margen izquierda sea de tipo dendrítico, sub dendrítico; siendo el río Zamora el principal eje morfológico regional y local, se indica que las características del cauce a lo largo de su curso se caracterizan por presentar en la parte sur de la zona de estudio en su confluencia con el río Bomboiza, un valle amplio, en donde las elevaciones del cauce son del orden de los 700 m.s.n.m.; mientras que aproximadamente a partir de la quebrada Wapis, ubicada en la margen derecha, el valle se cierra observándose pendientes muy fuertes con tendencia a la vertical y formando un cañón estrecho con varios saltos, hasta su confluencia con el río Namangoza al N de la región, en donde las elevaciones son del orden de 400 m.s.n.m.. De acuerdo con las características que presenta el río Zamora se puede considerar que se encuentra en una etapa de juventud tardía dentro del ciclo de erosión de Davis.

Otro rasgo morfológico importante y que no es considerado dentro del desarrollo morfológico de la región oriental es la etapa de glaciación que ha afectado a esta zona dejando como evidencia grandes zonas morrénicas, valles en U y extensas zonas aplanadas, como testigos de este evento.

Finalmente dentro del aspecto morfológico de la zona del proyecto se indica que las rocas de las formaciones metamórficas de las cordilleras, generan valles profundos, con cortes verticales con fuerte control estructural, estos valles son estrechos y con profusas cascadas.

Las rocas de la Fm. Santiago generan valles estrechos y verticales con cascadas y saltos principalmente en las zonas de desembocadura de los afluentes.

Las zonas volcánicas de la Fm. Chapiza, forman igualmente valles estrechos y taludes verticales.

Las areniscas de la Fm. Hollín generan formas de valles profundos rectangulares y estrechos.

En los terrenos Napo, a pesar de ser calcáreos, la tendencia es a ser dendríticos a sub dendríticos, no se observan tendencias cársticas superficiales.

Las rocas de la Fm. Mesa, genera formas planas con taludes verticales y valles estrechos.

Las rocas del intrusivo Zamora, donde el río labró la mayor parte de su cauce, presentan pendientes fuertes y valles cerrados en las partes bajas.

Los depósitos de coluvión generan valles amplios, extendidos y aplanados.

En resumen la morfología regional está caracterizada por la presencia de valles en forma de V o rectangulares con pendiente fuertes con tendencia a la vertical y que terminan en zonas aplanadas, donde se observan lomeríos de cimas semi redondeadas y con pendientes suaves.

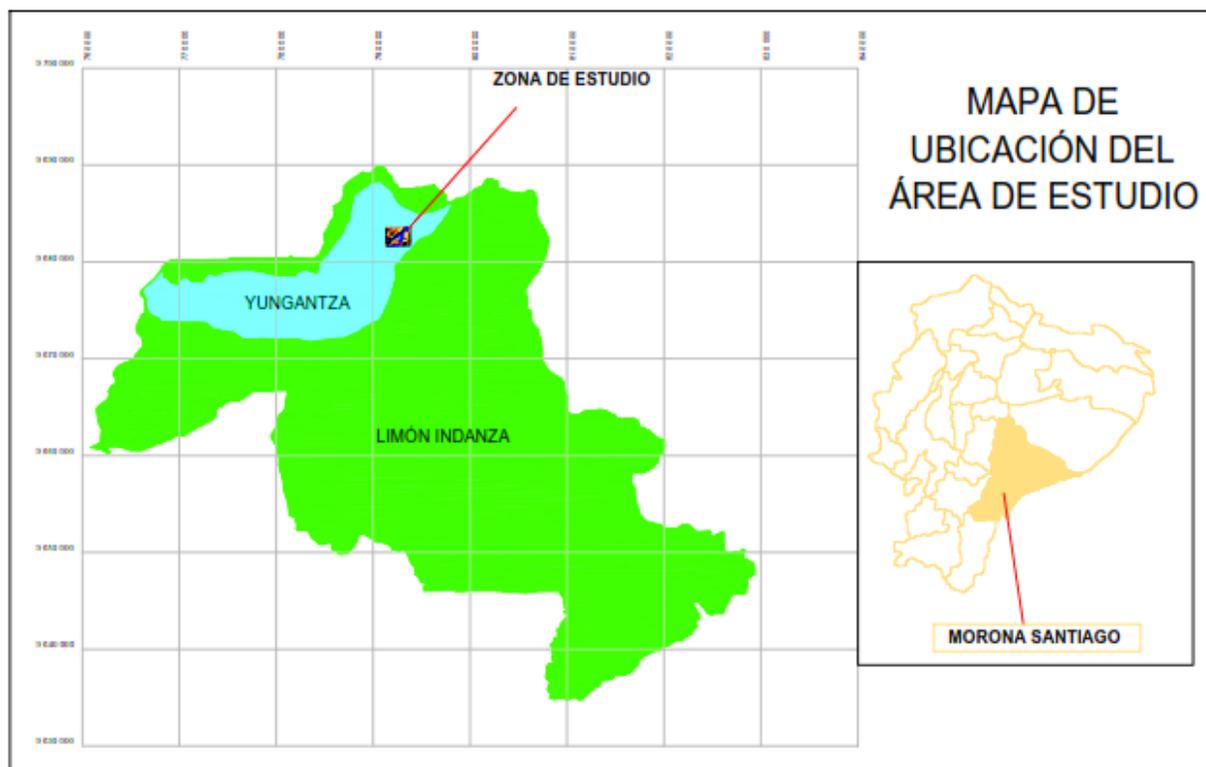
IV. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

A. UBICACIÓN DEL ÁREA

El área objeto de estudio cubre una superficie de 300 Ha y está ubicada en el sector de la parroquia Yungantza-El Rosario, perteneciente al Cantón Limón Indanza, jurisdicción de la provincia de Morona Santiago, cuyas coordenadas referenciadas al sistema de coordenadas UTM PSAD-56, en la zona geográfica 17, son las siguientes:

Cuadro 4: Ubicación del Área

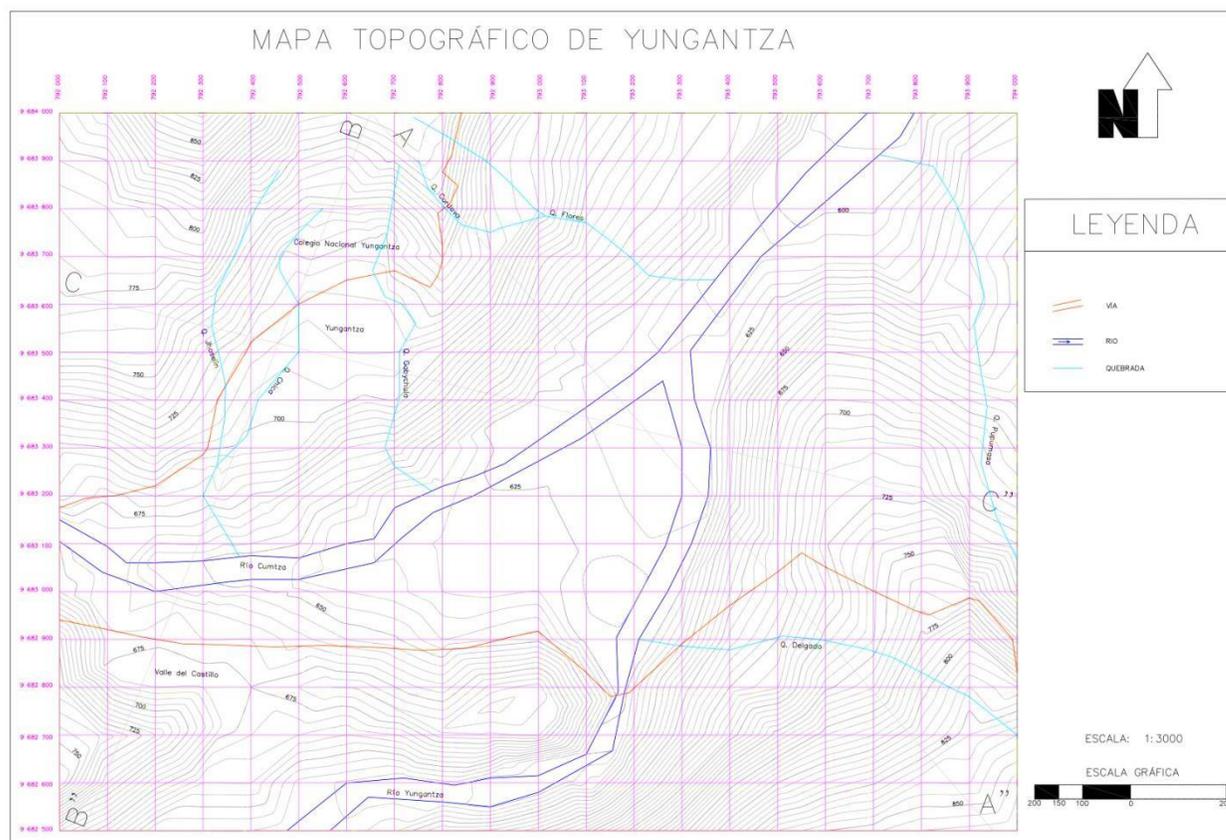
UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO		
COORDENADAS UTM PASAD 56		
Vértice 1	792 000	9 684 000
Vértice 2	792 000	9 682 500
Vértice 3	794 000	9 682 500
Vértice 4	794 000	9 684 000

Gráfico 5: Mapa de Ubicación

Elaboración: Coronel, V. (2015)

1. Accesibilidad

El acceso hacia la zona de estudio desde la ciudad de Macas se realiza dirigiéndose hacia el sur por una vía Troncal Amazónica recorriendo 96 Km hasta la comunidad de Yungantza; dentro del área existe la vía lastrada con dirección al este, que une la carretera principal con el caserío de Pupumasa.

Gráfico 6: Mapa de Accesibilidad

Elaboración: Coronel, V. (2015)

2. Hidrología

Realizar el análisis hidrográfico en el área de estudio es importante y necesario para delimitar la red hídrica, analizar su forma, comportamiento y aplicación de medidas de prevención.

Hidrológicamente el área de estudio se ubica en la cuenca del río Santiago, la sub cuenca del río Namangoza y se encuentra dentro de la microcuenca del río Yungantza. En el sector de estudio confluyen los ríos Yungantza y Cumtza. En el margen izquierdo del rio Cumtza existen varias quebradas afluentes.

Las quebradas Flores, Córdova, Gabychula, Jhoselyn y Chica son afluentes del rio Cumtza las mismas que nacen al norte del área de estudio en la parte alta del Colegio Nacional Yunganza. La quebrada Gabychula atraviesa al E del centro poblado de Yungantza por la parte trasera de la Iglesia. La quebrada chica atraviesa por medio del centro poblado de

Yungantza siendo canalizada por una cuneta de hormigón convirtiéndose en un afluente de la quebrada Jhoselyn la que pasa por el sector sur del centro poblado.

En el sector S-E del área de estudio nacen dos quebradas que son afluentes del río Yungantza. La quebrada Pupumasa y la quebrada Delgado las que aportan con sus aguas en el margen derecho del río Yungantza. Se realizó el cálculo del caudal de cada una de las quebradas por el método del flotador el cual relaciona el área de la sección que conduce agua y la velocidad de escurrimiento. Se utiliza en canales y acequias y da solo una medida aproximada de los caudales. Los mismos que se detallan a continuación:

Cuadro 5: Calculo de Caudal de las Quebradas Existentes.

Quebrada	Velocidad de flujo (m/s)	Área de sección (cm²)	Coefficiente de fricción	Caudal (l/s)
Flores	1.67	400	0.8	533.33
Córdova	2.00	156	0.8	156.00
Gabychula	1.43	360	0.8	565.71
Jhoselyn	1.67	400	0.8	533.33
Chica	2.00	351	0.8	523.64
Delgado	0.43	520	0.8	360.53
Pupumasa	1.11	1560	0.8	1386.67
Cumtza	2.00	41000	0.8	67200.00
Yungantza	1.43	210000	0.8	240000.00

Elaboración: Coronel, V. (2015)

Cuadro 6: Calculo de Pendientes de las Quebradas Existentes

Quebrada	Longitud del cauce (m)	Pendiente (%)
Flores	740	25.81
Córdova	365	23.29
Gabychula	795	17.23
Jhoselyn	888	17.45
Chica	635	8.19

Delgado	877	25.88
Pupumasa	1210	16.86
Cumtza	1328	3.84
Yungantza	2016	2.10

Elaboración: Coronel, V. (2015)

Gráfico 7: Microcuenca del Río Yungantza

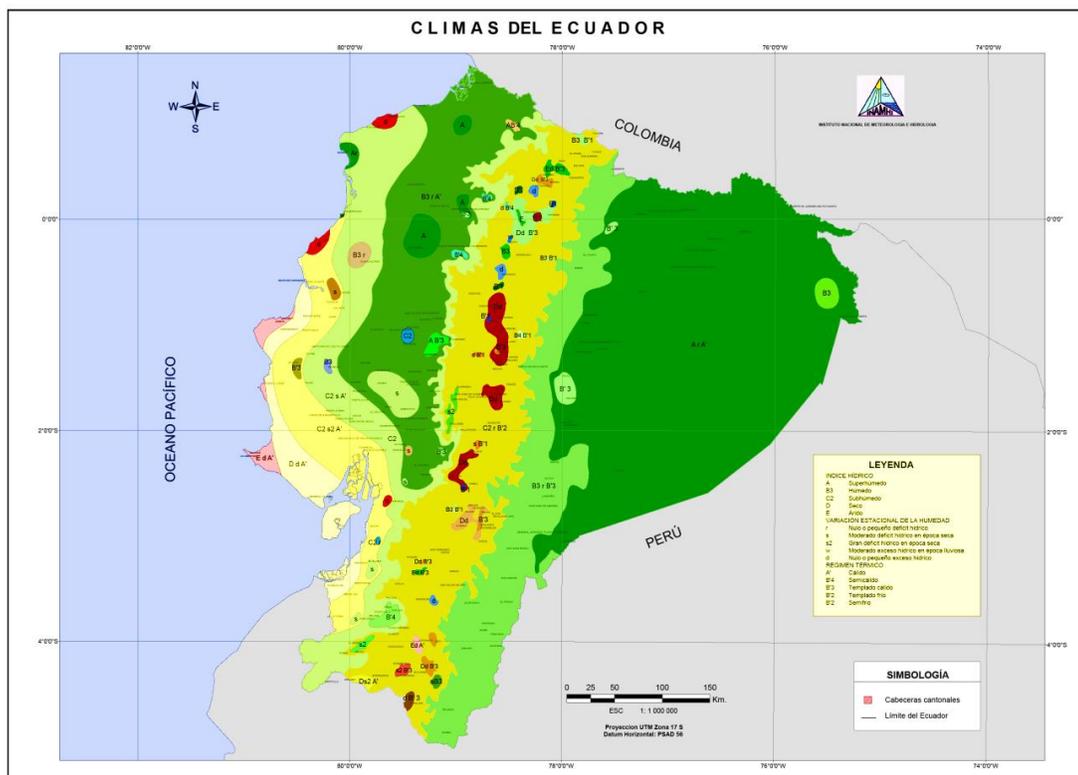


Elaboración: Coronel, V. (2015)

3. Características Climáticas

De acuerdo al mapa de Climas del Ecuador publicado por el INAMHI, la cuenca del río Yungantza goza de un clima Húmedo – Nulo o pequeño déficit hídrico – Templado cálido.

Gráfico 8: Mapa Climas Ecuador



Fuente: Estudio Hidrometeorológico del Cantón Limón Indanza (2011)

La información meteorológica es necesaria para caracterizar el régimen climático, pero la cuenca del río Yungantza, no cuenta con estaciones climatológicas, por lo que ha utilizado datos de las estaciones de cuencas vecinas, de las que se ha tomado los parámetros que permitan la caracterización climática; las estaciones de referencia se indican en el Cuadro 6.

Cuadro 7: Estaciones Meteorológicas Referenciales

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA																		
RED DE ESTACIONES METEOROLOGICAS																		
CODIGO	NOMBRE	TIPO	ZONA HIDRO	LATITUD				LONGITUD				ELEVACION m.snm	PROVINCIA	INSTITUCION PROPIETARIA	FECHA INSTALACION	FECHA REJUBIC	FECHA LEVANT-DESTR-ABAND	FECHA RECONSTR
				GRA	MIN	SEG	HEM	GRA	MIN	SEG	HEM							
M045	PALMAS-AZUAY	CO	280	02	42	58	S	78	37	47	W	2400	18	INECEL	150574			
M062	MACAS AEROPUERTO	AR	280	02	17	40	S	78	07	05	W	0995	32	FAE	S/D			
M189	GUALAQUIZA INAMHI	CO	280	03	24	02	S	78	34	41	W	0838	32	INAMHI	211260			190506
M190	YANZATZA	CO	280	03	50	15	S	78	45	01	W	0830	33	INAMHI	011275		0499	260506
M497	LOGRONO	PV	280	02	37	28	S	78	12	06	W	S/D	32	INAMHI	291275			
M501	MENDEZ INAMHI	PV	280	02	42	35	S	78	19	34	W	0665	32	INAMHI	281275			
M502	EL PANGUI	PG	280	03	55	59	S	78	40	29	W	0820	33	INAMHI	300478			
M603	SAN FRANCISCO-SAN RAMON	PV	280	03	59	02	S	79	05	12	W	1620	33	INAMHI	020266		0488	
M606	PAQUISHA	PV	280	03	37	42	S	78	35	24	W	0650	33	INAMHI	011282			

Fuente: Estudio Hidrometeorológico del Cantón Limón Indanza (2011)

Para la caracterización climática de la zona de estudio se utilizarán las estadísticas de las

estaciones Gualaquiza, Yantzaza y Las Palmas – Azuay, de donde se ha obtenido los principales parámetros climáticos utilizados:

Cuadro 8: Parámetros Meteorológicos

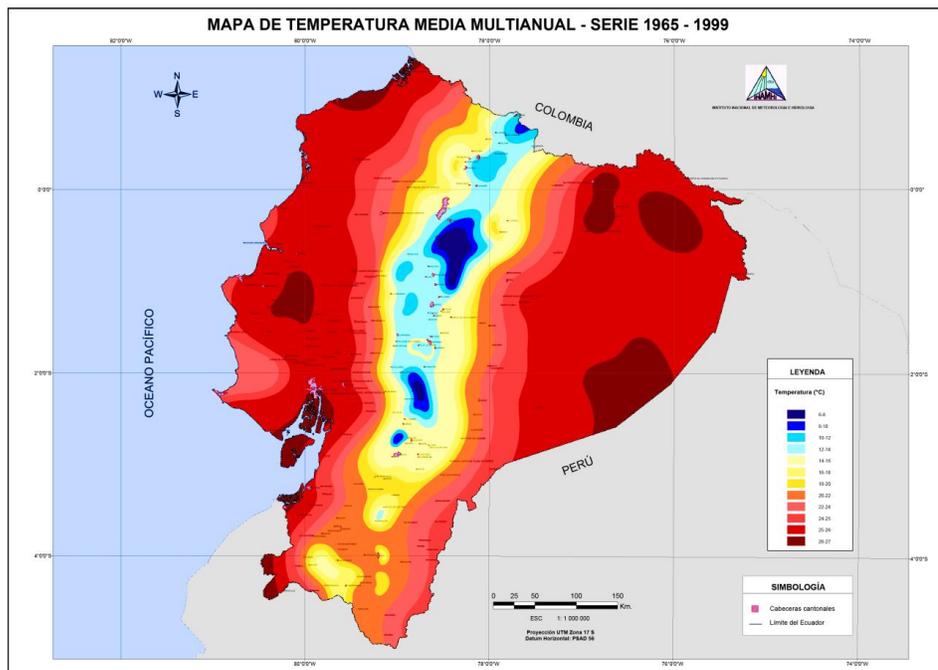
Código	Estación	Elevación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°c)															
M-189	Gualaquiza	838	24.6	24.2	24.5	24.3	23.9	22.9	22.3	22.5	23.4	24.1	24.3	24.2	23.8
M-190	Yantzaza	830	23.6	22.8	24.8	23.6	22.9	22.6	24.8	23.4	24.6	24.2	23.3	23.1	23.6
M-045	Las Palmas	2400	16.1	16.7	16.7	16.5	15.9	14.7	14.0	14.2	14.8	15.7	15.9	16.0	15.6
TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA MENSUAL (°c)															
M-189	Gualaquiza	838	35.0	34.0	35.0	34.0	34.0	31.5	33.0	33.0	33.5	35.0	35.5	35.0	35.5
														FECHA	17-11-08
M-190	Yantzaza	830	34.7	34.5	35.6	35.2	33.4	32.8	37.3	33.6	36.3	37.3	35.4	35.1	37.3
														FECHA	19-07-09
M-045	Las Palmas	2400	30.0	28.6	28.2	28.4	28.8	27.4	26.0	26.6	26.6	28.0	28.5	29.5	30.0
														FECHA	
TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA MENSUAL (°c)															
M-189	Gualaquiza	838	14.2	13.0	14.0	13.6	14.0	13.0	11.5	11.8	12.0	11.5	9.0	12.6	9.0
														FECHA	18-11-96
M-190	Yantzaza	830	12.4	11.1	14.0	12.0	12.4	12.4	12.2	13.2	12.8	11.1	11.1	11.1	11.1
														FECHA	05-12-07
M-045	Las Palmas	2400	3.0	5.3	4.7	4.0	1.0	2.0	1.0	1.5	0.4	1.8	0.8	3.0	0.4
														FECHA	10-09-08
HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (°c)															
M-189	Gualaquiza	838	84.9	85.9	86.5	88.0	88.0	89.3	89.1	88.0	87.4	85.5	83.9	84.0	86.7
M-190	Yantzaza	830	89.0	89.1	89.4	89.9	89.7	90.5	90.0	88.9	88.6	87.4	86.1	87.1	88.8
M-045	Las Palmas	2400	79.3	81.0	81.2	83.1	83.7	84.2	82.6	81.0	80.9	79.7	79.1	79.3	81.3

Fuente: Estudio Hidrometeorológico del Cantón Limón Indanza (2011)

a. Temperatura

La temperatura media anual, según la tendencia presentada en el perfil térmico, permite destacar una media de 22.7 ° C en el sitio del cantón Limón Indanza, de 20.3 ° C en el centro de gravedad de la cuenca, y de alrededor de 16 ° C en las cabeceras de la cuenca. Esto puede ratificarse con la observación del mapa temático publicado por el INAMHI, según el cual la población de Limón Indanza tiene una temperatura media multianual de alrededor de 20° C.

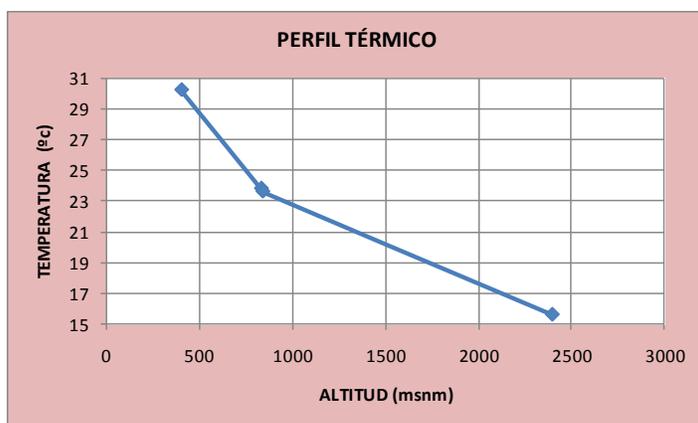
Gráfico 9: Mapa Temperatura Media Ecuador



Fuente: Estudio Hidrometeorológico del Cantón Limón Indanza (2011)

Con los datos de las estaciones Gualaquiza, Yantzaza, Santiago de Méndez y Las Palmas – Azuay, se construye el perfil térmico para la zona de estudio:

Gráfico 10: Perfil Térmico



Fuente: Estudio Hidrometeorológico del Cantón Limón Indanza (2011)

4. Características del Suelo

Las 300 Ha. del estudio comprende en su mayoría en bosques intervenidos, pastos, minería

e infraestructura.

De las visitas y observaciones de campo se determina que una mayor superficie del suelo es usada en pasto para ganadería.

a. Pasto

Los pastizales conforman la unidad más amplia de la zona intervenida. Los pastos cultivados se encuentran alrededor de las principales vías de comunicación y zonas adjudicadas por el INDA, son un producto de la ampliación de la frontera agrícola ganadera durante los últimos 50 años, de tipo expansiva que evidencia rápidamente el cambio de uso de suelo y que posee pocos años de aprovechamiento por la pérdida rápida de nutrientes y desgaste de suelo. Los pastos suelen estar descubiertos o asociados con árboles. El área ocupada por pastos es aproximadamente de 200 Ha.

b. Minería

Depósitos Epi-mesotermiales relacionados con intrusiones.

Constituyen una clase general de depósitos con una relación espacial y genética demostrable con intrusiones mineralizadas y sin mineralizar. Son epi-mesotermiales ya que las condiciones de deposición del mineral se extienden dentro de los límites de los parámetros de los regímenes epitermal y mesotermal. Puede tratarse de una amplia superposición de eventos sucesivos, comúnmente con rasgos epitermales tardíos superponiéndose y/o reemplazando a los rasgos mesotermiales. Así, mientras que estos depósitos presentan comúnmente muchos rasgos que son considerados como típicos o diagnósticos de los ambientes epitermales someros.

Los “skarns” de oro y los “skarns” portadores de oro existen en todo el mundo y están relacionados con plutones fanerozoicos en ambientes geológicos variados. La mayoría de las estimaciones de profundidad para estos sistemas son < 5Km, groseramente similar al ambiente general para los depósitos tipo pórfido.

La mayoría de los “skarns” de oro están desarrollados a partir de protolitos clásticos o volcanoclásticos ricos en carbonato.

En el área de estudio se analizó únicamente la problemática del oro por que es el único

mineral en explotación dentro del área de estudio. La génesis de este mineral está asociada fundamentalmente a tres eventos:

- La mineralización a partir del Cretácico por efecto de la influencia del cuerpo intrusivo sobre las formaciones Hollín y Napo que en la actualidad son ricas en este y otros minerales.
- La erosión y posterior sedimentación de la Fm. Mesa, en la cual algunos de sus niveles contiene este mineral.
- La fase actual de erosión que está depositando el oro en los aluviales y coluviales actuales de los ríos.

Bajo estas características queda implícita que la zona de Yungantza es una potencial zona minera tanto en el sector del río Yungantza como en el tramo entre el puente sobre el río Cumtza y el río Yungantza al pie del centro parroquial.

c. Infraestructura

En el área de estudio es posible identificar dos centros poblados independientes, localizados sobre las márgenes del río Cumtza, estas son Yunganza hacia la margen izquierda y Valle del Castillo en una explanada en la margen derecha.

Estos centros a más de la vivienda cuentan con infraestructura como jardines de infantes, escuelas, colegios, iglesia, subcentro de salud, canchas de uso múltiple, la casa comunal, etc.

5. Caracterización del Medio Biótico

a. Ecosistemas

Ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

La siguiente clasificación de los ecosistemas o formaciones vegetales para el cantón Limón Indanza, se indican y describen a continuación.

- Bosque Siempre verde Montano Bajo Cordilleras Amazónicas.
- Matorral Húmedo Montano Bajo de las Cordilleras Amazónicas.
- Bosque Siempre verde Pie montano de la Amazonía.
- Antrópico.

b. Composición Florística

En el cantón Limón Indanza existe una explotación irracional de los recursos naturales debido a la baja calidad de vida de las comunidades y la falta de plazas de trabajo, por lo tanto, han visto en la explotación forestal, una solución inmediata a la obtención de recursos económicos, sin considerar el impacto ambiental que se genera con esta práctica.

A continuación se detalla un listado de las especies forestales existentes actualmente y que han sido explotadas en el Cantón:

Cuadro 9: Especies Forestales

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO
Orquídeas	Varias
Heliconias	Heliconia
Líquenes	Varios
Helechos	Alsophila
Guayacán	Tabebuia chrisantha
Chontaduro	Bactris
Cedro	Cedrella
Guadua	Guadúa (Bambusa)
Palma de Ramos	Ceroxylon
Laurel	Cordia alliodora
Pambil	Iriartea

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Yunganza

Hay que destacar además que las comunidades ubicadas en los alrededores se dedican a la producción de especies para consumo y venta, los cuales se han adaptado al medio

amazónico así tenemos:

- Naranjilla.- Planta originaria de la zona oriental del territorio ecuatoriano.
- Palmito.
- Yuca.
- Guayaba.

c. Composición Faunística.

La fauna, como todos los animales, depende totalmente de la vegetación que ofrece hábitats y nichos alimenticios; en el cantón Limón Indanza existen las condiciones necesarias para que las especies cuenten con los requerimientos para su óptimo desarrollo. Hay que destacar que en zonas donde la población ha provocado la migración de las especies, la abundancia, es relativamente baja.

La Llanura Amazónica es el hábitat propicio para una rica variedad de fauna silvestre, presentando condiciones óptimas para su sobrevivencia, sin embargo, el avance de la agricultura, la ganadería y en general la tala indiscriminada del bosque, están alterando las condiciones físicas, químicas y biológicas y las delicadas relaciones multidimensionales, únicas en algunos casos, que hacen posible el desarrollo de determinadas especies.

Los pueblos indígenas y aún los colonos encontraron su dieta proteica en esta aparentemente inagotable fuente de abastecimiento. De acuerdo a nuestra investigación, además de las experiencias de los pobladores del sector podemos nombrar entre los mamíferos que más se destacan tenemos:

Cuadro 10: Mamíferos de la Zona

NOMBRE COMÚN	FAMILIA/ NOMBRE CIENTIFICO
Ardilla	Sciuridae
Guanta	Cuniculus paca
Guatusa	Dasyprocta punctata
Murciélago	Artibeus
Zorro	Didelphis

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Yunganza

6. Demografía

a. Población por Parroquia

La parroquia Yungantza, está constituida por doce Recintos. Donde el número total de habitantes es 1240 dividido en 636 del sexo masculino y 604 del sexo femenino.

Con características sociales de vida cotidiana dinámica, propias de una colectividad en crecimiento. Engloba un significativo entorno de poblados, con su cabecera parroquial El Rosario, que tiene 115 habitantes, representando el 9,27 % de la población parroquial.

La mayor cantidad de habitantes esta asentada en la Comunidad Valle del Castillo (Cumtza) con 245 habitantes que comprende el 19,75 % de la población parroquial, seguido de cerca por la Comunidad Miguel de Chiriap (La Loma) con el 18,95 % de la población parroquial.

Estos asentamientos tienen sus propias características rurales. Se considera que seguirán en desarrollo urbano – rural, en tal sentido en tal sentido y planificando prospectivamente, amerita ir corrigiendo espacios y equipamientos de servicios básicos.

Se indica que la base estadística del Censo de Población y Vivienda 2010 publicado a la fecha por el INEC, no arroja información de la Parroquia Yungantza, menos aun de sus doce comunidades.

b. Densidad

El área total de la parroquia de Yungantza, es de 224,47 Km², con una densidad bruta de 5,52 Hab/Km², parte en la que viven los 1240 habitantes mestizos o colonos y Shuar.

Etnia Shuar: se adaptaron a los cambios agrícolas y de alimentación, incursionando en la ganadería, aprendieron hacer trabajos artesanales diferentes a los suyos, se insertaron a la religión Católica, iniciaron la educación española; compartieron sus tierras, sus saberes y mezcla étnica; con lo que se ha conformado la sociedad que perdura y lucha conjuntamente por mejores días.

Mestizos o Colonos: son los habitantes que vendos de la parte austral de la serranía ecuatoriana en la crisis de los años treinta en busca del preciado metal dorado, llegan a ubicarse en estas tierras bautizadas con el nombre de Limón, luego de muchos años y en

base a trabajo sacrificado van surgiendo y formando una mancomunidad con los nativos, de quienes aprenden sus formas de subsistencia, utilizan sus medicinas, aprenden a alimentarse con lo que la naturaleza les proporciona.

c. Concentración de la Población Nativa.

La parroquia Yungantza, está habitada por pobladores mestizos y shuar, observamos que la población shuar, hace presencia en algunas comunidades de la parroquia representando una menor proporción del total de la población actual.

d. Estructura Demográfica Rural

Al indagar los parámetros se obtiene que al año 2010 la tasa de crecimiento neto es del 19,03% en la parroquia Yungantza.

La construcción social en la comunidad, es el soporte fundamental, como tarea operativa, con participación constituida en las especificaciones generadas desde las instituciones del Ecuador y sus leyes. Esta normativa da continuidad mediante visita de observación directa, para obtener datos del contexto social.

El fundamento metodológico que deriva del trabajo de campo, como formal y práctico, es propio de toda investigación social-científica. Apoyada en la observación participante de enfoque, en contactos con lideresas y líderes sociales.

V. TRABAJO DE CAMPO

A. GEOLOGÍA LOCAL

La zona de Yungantza se halla dentro de una zona geológica compleja, caracterizada por un intenso tectonismo que se extiende desde el Triásico hasta un tectonismo actual, que se manifiesta con el apareamiento de fallas de distensión, que permite encontrar rocas de edad Cretacea Hollin y Napo, junto a depósitos de las formaciones Mesa del Terciario y Mera del Cuaternario.

Esta complejidad es observada en tramos cortos, de decenas de metros, donde es posible evidenciar fuertes inversiones de la columna estratigráfica regional (con las Formaciones Chapiza - Misahuallí, Hollín, Napo, Tena, Mesa) posiblemente generado por efectos de movimientos diferenciales de fallas geológicas, que han provocado corrimientos y volcamientos de las rocas.

Afloramientos con estas características se observan en lugares como la quebrada de Agua Brava en Méndez; en los alrededores del río Cunguime (sector de Limón) y en los alrededores a la ciudad de Limón, donde se conforma una mezcla caótica de litologías, pisos litológicos y estructuras, fenómeno que en este estudio se lo denominará “champús geológico de Limón”. Cabe señalar que Baldock¹⁰, describe para la zona de Limón la asociación Hollín Napo, denominándola “Grupo Limón” por sus particularidades geológicas-estructurales y litológicas.

En el sector de Yungantza afloran rocas volcánicas de composición intermedia correspondiente al miembro Misahualli de la Fm. Chapiza, areniscas de cuarzo de la Fm. Hollín, calizas de la Fm. Napo las cuales han sufrido metamorfismo de contacto y rocas de la Fm. Mesa.

La zona de Yungantza corresponde a una extensión del sistema geológico denominado “Champús de Limón” que está caracterizado por un complejo sistema de fallas tanto normales como inversas, que pone en contacto rocas desde el Jurásico hasta el Cuaternario.

¹⁰ **Baldock**, J. 1983. Boletín explicativo del mapa geológico del Ecuador.

1. Formación Mesa (Terciario)

Se trata de potentes depósitos de pie de monte, volcánicos fluviátiles, extendidos desde las cordilleras orientales hasta las estribaciones de la cordillera Real en la parte occidental de la cuenca Subandina.

En el sector de Yungantza, la cobertura superficial son rocas de la Fm. Mesa, corresponde a la litología dominante, estas rocas de edad terciaria, comprenden a una secuencia rítmica de conglomerados polimícticos con elementos redondeados en porcentaje superior al 70% sobre los angulosos; el tamaño de los elementos varía desde tamaños de arena hasta bloques con diámetro medio entre 15cm, el tamaño promedio se localiza entre los 7cm.



Foto 1: Formación Mesa

Dentro de la zona estudiada, las rocas de la Fm. Mesa van desde la cota 595 m.s.n.m., hasta la 800 m.s.n.m. dando una potencia aproximada de 205 m que se considera la potencia de la formación en este sector. Al no evidenciarse dislocaciones tectónicas en estas rocas (ver perfil geomorfológico C-C”), de la observación de este perfil y de las observaciones de campo, se evidencia una disminución de la calidad estratigráfica desde la parte inferior hacia la superior, indicándose que la parte inferior presenta una buena disposición estructural (horizontal a sub horizontal) donde es posible definir e identificar los estratos y

su litología, en la parte alta junto a la vía se halla compuesta por una distribución no estructurada de arenisca, conglomerado y limo, que presenta una estratificación incipiente. En el sector del puente sobre el río Yunganza en la vía al Centro Poblado Pupumasa, se tiene una secuencia rítmica de grauvacas gruesa intercaladas con conglomerados de matriz areno limosa, los conglomerados están formados por clastos de hasta 6 cm de diámetro.

2. Rocas Graníticas (Cretáceo – Terciario)

Siguiendo la cadena de eventos geológicos dentro de la zona estudiada, se describe los cuerpos intrusivos activos o pasivos de origen ígneo que se localizan en la secuencia estratigráfica; son intrusivos ácidos de edad cretácea-postcretácea, están formando diques orientados preferiblemente en sentido N-S; estas rocas afloran asociadas a las fallas geológicas regionales, varían su potencia desde 2 m y en la zona de Limón 15 Km al sur la potencia de estos diques llega a 200 m, en algunos casos donde es posible observar afloramientos se aprecia una aureola de contacto que se extiende visiblemente 2 m a cada lado del cuerpo generando metamorfismo de contacto en las rocas intruidas aunque la aureola de difusión geoquímica es de tamaño mucho mayor, evidenciado por la presencia de sulfuros diseminados; las rocas afectadas por estos intrusivos corresponde a una edad inferior a la formación Hollín.

3. Formación Napo (Cretáceo)

La presencia de rocas de la Fm. Napo, está restringida a la porción sur occidental del área, a partir de la falla geológica inversa cuya orientación es N25E/25NW; los principales afloramientos se localizan sobre la carretera troncal del oriente al suroeste de la población de Yunganza, y sobre el cauce del río Cumtza desde el puente aguas arriba; esta zona está dominada por conglomerados calcáreos, calizas fosilíferas, areniscas calcáreas, lutitas calcáreas, cuarcitas negras; el color dominante del conjunto es negro por la presencia de restos de hidrocarburo y grafito, aunque localmente se tiene colores que varían hasta café blanquecino; se halla fuertemente tectonizada (las estrías de deslizamiento en los espejos de fricción son evidentes en esta zona) y sujeta a los efectos hidrotermales del metamorfismo de contacto; 100m al norte del puente del río Cumtza, sobre la carretera troncal amazónica,

se observa un gran pliegue de arrastre debido al movimiento de la falla geológica allí emplazada.



Foto 2: Formación Napo

4. Formación Hollín (Cretáceo)

La Fm. Hollín en este sector se observa localizada bajo las calizas de la Fm. Napo, y afloran en un tramo de 30m junto a la carretera, el contacto con la Fm. Mesa es fallado en dirección N10W/80NE generada por sobrecorrimientos ocasionados por el movimiento de las fallas lístricas del sistema “Rift del Upano” cuando se da la inversión de movimiento dentro del sistema Rift (distensivo de W-E) al sistema evolutivo de la cadena andina (transpresivo E-W), relacionado con el movimiento de la placa Sudamericana.

Las rocas de esta formación se presentan como una cuarcita recristalizada por metamorfismo de contacto, aunque aún se puede identificar la individualidad de los elementos de arena de cuarzo de alrededor de 2mm de diámetro, el color de manera general es rosado a rosado amarillento posiblemente por aporte de potasio a partir del cuerpo intrusivo granítico que le afecta.

Dentro del área se localiza en el sector S-E con una potencia visible de aproximadamente 40m.



Foto 3: Formación Hollín

5. Formación Chapiza (Jurásico Cretáceo)

Se localiza en la parte S-E de la zona de estudio, corresponde a un conjunto masivo de lavas andesíticas que han sufrido una fuerte meteorización, en el terreno se identifican como un micro depósito de caolín de color blanco con trasfondo verde, donde ocasionalmente se puede observar pórfidos de feldespato y anfíbol relictos en tamaños de hasta 5mm; ocasionalmente es posible identificar cuerpos de roca que no ha sufrido alteración y que quedan inmersos dentro del colín en forma de bloques residuales de diferente tamaño.



Foto 4: Formación Chapiza

B. TECTÓNICA LOCAL

Luego del reconocimiento geológico de campo se ha definido:

- Cuatro (4) grupos de fallas;
- Siete (7) familias de fracturas, asociadas entre sí;

Las características de las estructuras se describen a continuación:

1. Fallas:

a. El primer grupo de fallas principales.

(N20°E a N20°W) corresponde a un conjunto de fallas normales de rumbo general N-S, con variaciones de 20° tanto para el este como para el oeste y con ángulo fuerte tendiente a la vertical.

Presentan un fuerte paralelismo con el sistema de la falla Real que limita las rocas de la cuenca amazónica con las de la cordillera Real.

En este sistema de fallas, los planos de falla se hallan generalmente rellenas de roca intrusiva granitoide, no brechada y que ocasionalmente provocan una aureola de contacto.

Corresponde a un sistema que es posible identificarlo en todo el corredor Limón – Méndez e igualmente son las responsables de la formación de grandes pliegues de arrastre.

b. El segundo grupo de fallas

Presenta un rumbo general N45°E, con variaciones de 20° (N25°E a N65°E) con buzamiento hacia N-W y N-E, cuando es posible definir la variación de la inclinación por la cercanía del movimiento es fácil definir que se trata de un movimiento inverso de tipo ondulante, donde el flanco sur es siempre de menor ángulo.

c. El tercer grupo de fallas

Corresponde a un grupo de fallamiento normal de fuerte ángulo que tiene un rumbo preferencial E-W (N80E a N80W).

d. Cuarto grupo de fallas

Entre las direcciones de fallas secundarias se indica el grupo N45°E con variaciones de N25°E a N65°E, correspondería a un grupo de fallamiento distensivo generado por la interacción de los otros grupos de bloques, que produce movimientos de giro por lo tanto desplazamiento desde la posición original.



Foto 5: Falla Inversa EW/55S

No se ha localizado en este estudio ninguna orientación tectónica que se podría atribuir a dislocación por arrastre de masas.

En el siguiente cuadro se presenta los valores medidos en las fallas ubicadas en la zona de estudio, los datos corresponden a mediciones en distintos lugares dentro de una misma falla. Las fallas en trazo continuo, se indican en el Mapa Geológico Estructural anexo.

Cuadro 11: Grupos de Fallas Yungantza

GRUPOS DE FALLAS YUNGANZA			
Grupo NS entre N20E y N20W	Grupo N45E entre N30E Y N60E	Grupo N45W entre N30W Y N60W	Grupo EW entre N80E Y N80W
Yunganza 1 N10W/80NE	Yunganza 4 N45E/60SE	Yunganza 2 N25E/25NW	Yunganza 7 EW/90
Yunganza 3 N20W/60SW	Yunganza 5 N50E/60SE	Yunganza 9 N55W/90	Yunganza 8 EW/55S
	Yunganza 6 N40E/60SE		

Elaboración: Coronel, V. (2015)

2. Fracturas:

El sistema de fracturamiento está ligado estructuralmente a las fallas que afectan a la Fm. Napo, que por su litología es posible realizar las mediciones. Pues la Fm. Mesa no evidencia sistemas de fracturamiento, por ser posterior a los eventos tectónicos (Pre cretáceo – Terciario). Los eventos tectónicos actuales se reflejan en movimientos internos de las rocas del pre cuaternario, se exceptúa la falla N20W/60SW, que cruza por la población de Yungantza y que es la responsable de los movimientos de masas en el sector, pero esta, no ha dejado aún rastro tectónicamente visible en las rocas de la Fm. Mesa.

El estudio de los sistemas de diaclasas muestra siete direcciones preferenciales, y que corresponden a los rumbos principales de fallas del sector, las fracturas resultantes son limpias, rugosas y ocasionalmente separadas hasta 4mm, presentan variación de estructuración (lito refracción) conforme van cortando diferente litología, en todo caso son persistentes.

Las medidas que se indican, son medidas de campo obtenidas en los recorridos.

Cuadro 12: Asociación por Rumbos de Estructuras

ASOCIACION POR RUMBOS DE LAS ESTRUCTURAS						
N-S	N20E	N40E	N60E	N60W	N40W	E-W
NS/90	N20E/30SE	N37E/90	N55E/30NW	N65W/85NE	N35W/85NE	EW/90
NS/50W	N20E/60SE	N45E/60NW	N50E/30NW	N60W/85SW	N30W/65SW	EW/65N
N5E/30SE	N20E/20SE	N35E/35NW	N65E/35NW	N55W/55NE	N35W/60NE	EW/30N
N5E/50NW	N20E/15NW	N35E/70SE	N60E/30NW	N55W/75NE	N45W/20SW	N80E/40NW
N10E/90	N20E/90	N35E/40SE	N60E/30SE	N60W/75NE		N80E/65NW
N15E/90		N35E/45NW	N60E/40SE	N60W/90		N75E/10NW
N10W/60SE						

Elaboración: Coronel, V. (2015)

3. Vetillas:

Son fracturas rellenas con minerales re movilizados.

- En la zona, los planos de falla, han sido rellenos con carbonato de calcio.
- Ocasionalmente es posible observar la presencia de vetillas milimétricas de sulfuros diseminados dentro de fracturas en caliza en lugares cercanos a la zona de metamorfismo de contacto por efecto de la intrusión ígnea.

C. GEOMORFOLOGÍA DE LA ZONA DE YUNGANTZA

El área de estudio se localiza en la margen izquierda del río Cumtza, entre las cotas 585 m.s.n.m. y 840 m.s.n.m., el río Yungantza en la parte sur de la zona de estudio se presenta como un valle estrecho y engargantado dentro de los volcánicos Misahualli, las rocas andesitas presenta fuerte tendencia a la vertical y diseñan un valle de aproximadamente 10m de ancho, aunque existe lugares donde el valle es de apenas 6m, la dirección de flujo del río es aproximadamente N55E. Luego el río diseña un valle de 30m de ancho con dirección N30E, este valle por la margen derecha presenta zonas escarpadas y por la margen izquierda zonas aplanadas esto corresponde a la parte centro este de la zona de estudio, finalmente en la porción noreste en el sector donde el río sale del área, se tiene una dirección N45E y forma un valle de entre cuarenta a 50m de ancho.

La pendiente del río Yungantza es de 3.95% iniciando en la cota 674 m.s.n.m. en su entrada por el lado sur de la zona, a 595 m.s.n.m. en la salida por el lado norte del área.

El río Cumtza, discurre por la parte centro sur del área, formando un semicírculo, que modifica el cauce de NW-SE a SW-NE, forma un valle amplio, limitado en la margen derecha por un valle sub horizontal y por la margen izquierda por rocas de la Fm. Mesa, en forma de un escarpe de hasta 3m de alto; su pendiente es de 4.37% varía desde los 673 m.s.n.m. en su entrada por el lado oeste del área, hasta 615 m.s.n.m., en la confluencia con el río Yungantza.

El área presenta tres zonas geomorfológicas bien definidas:

1. La primera zona geomorfológica

Corresponde a los terrenos localizados a la izquierda del río Cumtza, comprende a la zona de un paleo deslizamiento de la masa del suelo, se presenta como una cuesta donde en un perfil N-S es posible identificar cuatro escalones, corresponde al dominio de rocas de la Fm. Mesa; la diferencia de cotas se halla entre 640 m.s.n.m. en el río Cumtza a 800 m.s.n.m., en la parte más alta, lo que implica una pendiente máxima del 18%.

Esta morfología genera un plano inclinado que se observa principalmente en la zona del paleo derrumbe donde se nota una tendencia inclinada que va formando escalones amplios con ángulos entre 40°, seguidos por explanadas suavemente inclinadas alrededor de 15° lo que marca la tendencia general del deslizamiento en dirección al río Cumtza.

2. La segunda zona geomorfológica

Se localiza en la margen derecha del río Cumtza e izquierda del Yungantza, esta zona se presenta como un relieve suave, sub horizontal con una diferencia de cotas de 593 m.s.n.m. a 675 m.s.n.m., lo que representa una gradiente del 6%; esta zona es el dominio de rocas de la Fm. Mesa, y rocas de los depósitos de coluvión actuales.

- Valle del río Cumtza

El río Cumtza, afluente del Yungantza por su margen izquierda, discurre en sentido general W-E, desde el límite occidental de la zona de estudio hasta la altura de la población de Valle del Castillo, donde realiza un giro hacia la dirección SW-NE, forma un valle estrecho en la parte alta, aguas arriba del puente de la vía troncal amazónica; aguas abajo del puente

se forma un amplio valle aplanado, suavemente inclinado hacia el este, donde se observa claramente una disimilitud en la génesis de sus márgenes, la margen derecha es una terraza típicamente aluvial, con tendencia sub horizontal, conformado por clastos de transporte fluvial de varios tamaños (los mayores son métricos); en tanto que la margen izquierda corresponde a una zona inclinada aproximadamente 10° hacia el S, donde afloran rocas de la Fm. Mesa que han sufrido los efectos del movimiento de la masa del suelo, este talud termina en una pequeña escarpa al pie del río.



Foto 6: El río Cumtza, margen izquierda, rocas de la Fm. Mesa.



Foto 7: Valle del río Cumtza

- Valle del río Yungantza

El río Yungantza discurre de sur a norte, formando un valle controlado por rocas de la Fm. Chapiza y de la Fm. Mesa, las mismas que forman escarpes pronunciados con tendencia a formar gargantas estrechas, hacia la margen izquierda, se tiene una zona de origen fluvial suavemente inclinada hacia el norte, esta característica se mantiene luego de la desembocadura del río Cumtza, con la diferencia de que se forma un valle más ancho en este sector, por donde fluye el río Yungantza con características anastomosadas, que modifican el cauce con las variaciones de las avenidas del río; la característica general del valle ha sido modificada por la intervención de una explotación minera en el cauce.



Foto 8: Vista Valle del río Yungantza

- Plano sub horizontal (Morfología Plana)

Domina esta forma en la margen derecha del río Cumtza hasta la desembocadura en el río Yungantza, está compuesta por sedimentos de origen fluvio glacial, con cantos redondeados hasta angulosos de tamaños métricos, dispuestos de forma caótica dentro del terreno, la composición de los cantos es variada englobando rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, que afloran desde la cordillera Real.



Foto 9: Vista general Valle del Castillo.

Esta geoforma igualmente está presente en la meseta alta sobre la carretera, donde se localiza el Colegio Técnico Yungantza; en este sector la meseta se halla sobre rocas de la Fm. Mesa que han sufrido los efectos del movimiento de la masa del suelo.

3. La tercera zona geomorfológica

Se localiza en la parte sur y este del área, en esta zona se observa la presencia de escarpes y cortes verticales en las rocas de los volcánicos Misahualli, estos cortes son por efecto tectónico, relacionado con el movimiento de las fallas que ocurren en el sector.

- **Escarpes Tectónicos**

La presencia de zonas escarpadas está relacionada con dos tipos de eventos geológicos; el principal evento generador de escarpas corresponde a la acción de fallas geológicas que generan desplazamiento vertical diferencial de las masas rocosas, generando escarpados, como los que se observan en los alrededores del puente sobre el Yunganza, donde los escarpes son visibles en las rocas andesíticas de la Fm. Chapiza.

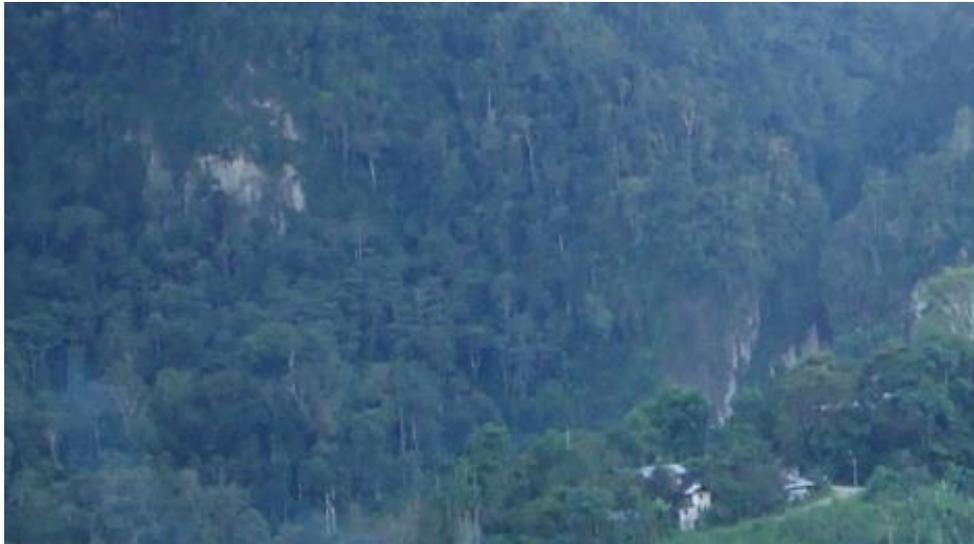


Foto 10: Escarpes tectónicos en andesitas



Foto 11: Características engargantadas del cauce del río Yungantza.

Cuadro 13: Unidades Geomorfológicas

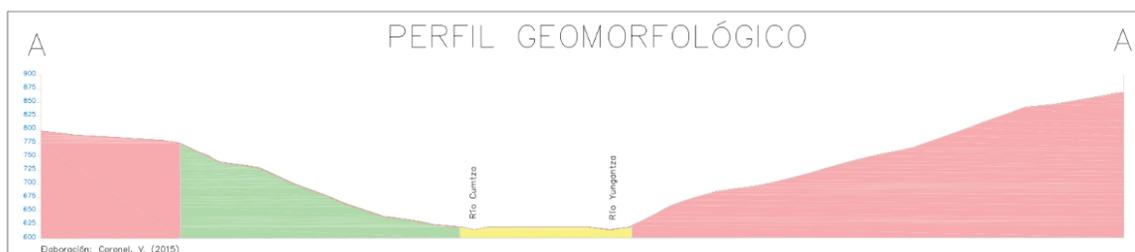
Geo forma	Génesis	Litología	Relieve	Drenaje	Observaciones
Aplanadas	Depósitos fluvio lacustre	Conglomerado polimíticos Fm. Mesa	Aplanado sub horizontal <10°	Paralelo	Playas de los ríos
Depósitos de ladera	derrumbos	Conglomerado polimíticos Fm. Mesa	Aplanado inclinado > 10°	Paralelo	Zona de paleo deslizamiento
Escarpada	Efecto de fallas geológicas	Todas	Cortes verticales >70°	Paralelo	Presente en zonas de falla
	Particularidades litológicas	Fm. Mesa			Cortes naturales del terreno
Relieve de colinas	Rejuvenecimiento morfológico	Rocas ígneas, Fm Chapiza	Suave Ondulado entre 30° y 60°	Dendrítico a Paralelo	extremos del área de estudio

Elaboración: Coronel, V. (2015)

4. Los Perfiles geomorfológicos

Para definir y conceptualizar las características geomorfológicas de la zona se han elaborado tres perfiles geomorfológicos, que se indican a continuación.

- El Perfil geomorfológico A-A”, se inicia en la parte alta del área, a partir de las coordenadas 9’684.000N, 782.650E, y termina en el punto 9’662.500N, 793.500E, explica la disposición geomorfológica en la parte central del área, en una zona dominada por la Fm. Mesa.

Gráfico 11: Perfil Geomorfológico A-A''

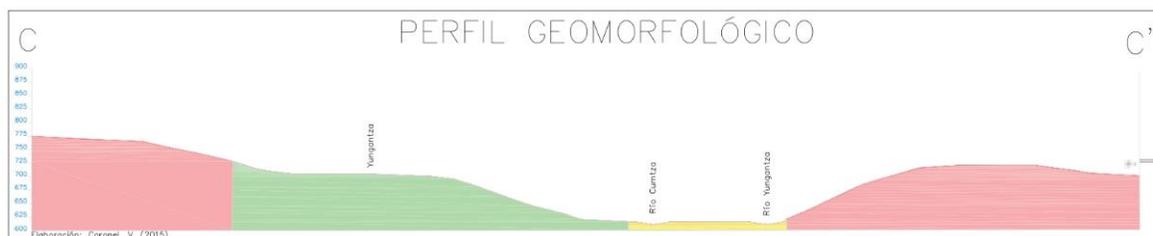
Elaboración: Coronel, V. (2015)

- El perfil geomorfológico B-B'' inicia en el punto 9°693.950N, 792650E y se extiende hasta el punto 9°682.540N, 792.600E, llegando hasta los dominios de la Fm. Mesa en el sector noroeste del área, cruza por el deslizamiento de Yungantza, el perfil explica la relación geomorfológica de este deslizamiento.

Gráfico 12: Perfil Geomorfológico B-B''

Elaboración: Coronel, V. (2015)

- En la vía Troncal Amazónica a partir de las coordenadas 9°683.620N, 792.000E, hasta el límite este del área, se define el perfil geomorfológico C-C'', donde se observa un plano inclinado con orientación general N-S, generada por un deslizamiento de la masa de suelo en dirección al río Cumtza. El perfil geomorfológico C-C'', explica la relación entre los deslizamientos dentro del área, en rocas de la Fm. Mesa.

Gráfico 13: Perfil Geomorfológico C-C''

Elaboración: Coronel, V. (2015)

5. Análisis del Paleo deslizamiento

La zona de Yungantza corresponde a una de las muchas inestabilidades existentes en la región que ha sufrido varios movimientos en masa asociados a la acción conjugada entre las actividades de las fallas geológicas y la erosión del nivel de base del talud de los ríos Yungantza y Cumtza, los cuales desestabilizaron a las pendientes de los ríos en su margen izquierda, generando los movimientos en masa del suelo y roca.

La memoria histórica de estos movimientos no existe, por lo que se considera de una edad mayor que cien años, considerando que la presencia humana en esta zona comienza con los primeros asentamientos Shuar alrededor del año 1450 y posteriormente, a partir de 1950 con los asentamientos provenientes de la provincia del Azuay, ninguna de las dos culturas tiene recuerdos sobre movimientos de la masa del suelo, otro registro importante podría ser el registro y evolución de los desplazamientos registrados en las fotos aéreas de la zona, pero estas existen a partir de 1970, por lo que queda únicamente el registro geológico y morfológico como evidencia de estos movimientos.

El movimiento corresponde a una ruptura de la masa de roca que se ha desplazado en sentido N-S, sobre rocas de la Fm. Mesa, en dirección al río Cumtza, que muestra como relicto una amplia curvatura en su cauce; la particularidad del movimiento está definido por los cuatro escalones morfológicos que se ubican en el sector y por la corona ubicada en su parte superior.



Foto 12: Deslizamiento Yungantza

Las características generales del deslizamiento son:

Cuadro 14: Características Deslizamiento Yungantza.

GENERAL		DIMENSIONES	
Diferencia de altura corona a punta (m)	131	Profundidad de superficie de falla, (m)	60
Longitud horizontal corona a punta (m)	100 5	Ancho de la superficie de falla (m)	500
Pendiente de ladera en post-falla (°)	7	Longitud de superficie de falla (m)	100 0
Dirección del movimiento (°)	N-S	Espesor de masa desplazada (m)	40
Azimut del talud (°)	175	Ancho de la masa desplazada (m)	500
		Longitud de masa desplazada (m)	108 0

Elaboración: Coronel, V. (2015)

6. Análisis deslizamiento del Cementerio

Se trata de un deslizamiento en herradura cuyo movimiento se orienta de norte noreste a sur suroeste, forma parte del macro-deslizamiento de Yungantza, dentro de rocas de la Fm. Mesa; en el área estudiada, se localiza en la parte central hacia el norte del área y solo aproximadamente el 50% del mismo está dentro de la zona estudiada.

La corona del deslizamiento se localiza muy cerca de la troncal amazónica y forma un escarpe casi vertical de aproximadamente 120m de desnivel, su longitud en sentido del movimiento es de aproximadamente 600m, su longitud perpendicular al movimiento es de aproximadamente 2200m.



Foto 13: Deslizamiento Macro 1

Por las condiciones climáticas y el uso de la tierra (matorrales y potreros ocasionales), no se tiene evidencia histórica de la fecha de ocurrencia, asumiendo que es mayor a los 150 años.

Cuadro 15: Características Deslizamiento Macro 1

GENERAL		DIMENSIONES	
Diferencia de altura corona a punta (m)	175	Profundidad de superficie de falla (m)	60
Longitud horizontal corona a punta (m)	600	Ancho de la superficie de falla (m)	1700
Pendiente de ladera en post-falla (°)	16	Longitud de superficie de falla (m)	600
Dirección del movimiento (°)	E-W	Espesor de masa desplazada (m)	40
Azimut del talud (°)	135	Ancho de la masa desplazada (m)	1100
		Longitud de masa desplazada (m)	600

Elaboración: Coronel, V. (2015)

- Movimientos Anteriores

El sector corresponde a un gran deslizamiento ocurrido en tiempos históricos y cuya cicatriz de despegue es aun visible en la parte alta de las montañas que se localizan hacia el occidente del pueblo, este gran circo y la cicatriz están relacionados con una falla N15W/75NE y que es la causante del movimiento; considerando que el volumen de masa que en esa oportunidad se ha movido fue de aproximadamente 10'000.000 m³, considerando la longitud del movimiento, su ancho paralelo a la vía y el desnivel del corte de la cicatriz de despegue; la geometría del cuerpo relicto, la diferencia de nivel entre la base superior de deslizamiento y el tope de la escarpa actual, permite indicar que difícilmente un nuevo deslizamiento en dicha zona pueda afectar a la población, debido a la distancia a la cual se ubica la misma con relación a la cicatriz del antiguo deslizamiento; de la misma manera considerando el desnivel topográfico entre la parte más alta del deslizamiento y el nivel de base del rio Cumtza se aprecia que el sector es bastante estable frente a movimientos de gran magnitud como el ya ocurrido en el sector; no se descarta la incidencia de un nuevo evento tectónico pero este afectaría de igual manera a todas las poblaciones que se hallan a su alrededor incluyendo Limón y Méndez como referencia geográfica.

Relacionados con este deslizamiento no se ha evidenciado en el campo la existencia de otros posteriores, considerando que existe una sola cicatriz de deslizamiento que forma el circo indicado.

Por comunicación verbal de los moradores del sector se refiere que hace aproximadamente 150 años, el sector fue afectado por sismos de mediana intensidad ocurridos como réplicas de una erupción del volcán Sangay.

El terremoto ocurrido el año 1995, en la cordillera del Cutucú produjo movimientos sísmicos en toda la provincia durante un lapso de tiempo aproximado a los 90 días, que consecuentemente ha afectado esta zona, provocando daños en las obras civiles.

“Durante los años 2002 y 2003, se produjeron asentamientos en la vía principal por efecto de la elevada pluviosidad y por el taponamiento de las atarjeas y cunetas, que provocaron que el agua de escorrentía fluya por la vía; esta elevada pluviosidad provocó pequeños deslizamientos de la masa de los taludes que caían hacia la carretera provocando daños en la misma.

La disposición estructural de la Fm. Mesa que es el soporte del conjunto rocoso en el sector, presenta una suave inclinación contra pendiente (2 grados hacia el N-W).

Por efectos de la topografía la inclinación del suelo es hacia el S-E.

Debido a la pluviosidad de la zona, al aplanamiento del suelo, la geometría entre las capas geológicas frente al perfil del suelo y las características de las rocas, existe exceso de agua en el subsuelo.

La capacidad de filtración de la Fm. Mesa es elevada por cuanto corresponde a areniscas y conglomerados.

La capa Fluvio lacustre por contener elevada concentración de material caolinitico se comporta como una capa impermeable esta es la razón de la existencia de zonas pantanosas en el talud alto de la vía.

La capacidad de filtrado de la formación superficial es baja, corresponde a una mezcla dispareja de arcillas, areniscas, conglomerados y por efecto del derrumbo restos orgánicos dispersos.

Esta disposición topográfica asociada al exceso de humedad hace que eventualmente se den asentamientos puntuales de la masa rocosa que no afectan en conjunto a la población; por

otra parte el constante cambio del curso del cauce del río Cumtza provocan un natural desequilibrio de las rocas.

Relacionado con la capacidad de carga de las rocas de la Fm. Mesa, en relación a altura de los taludes es alta, por cuanto se observan cortes superiores a 50m de potencia en Limón, Plan Grande, Méndez, Logroño y otros sectores, donde con ángulos de hasta 80 grados a favor de la pendiente esta formación se presenta con una elevada estabilidad. Fierro, F. (2006)

D. Descripción Geomecánica

Uno de los factores más importantes para el análisis de la susceptibilidad, es el análisis de las propiedades físico-mecánicas de suelos y rocas para determinar la resistencia de los materiales. El análisis se basó en caracterizar la estructura del macizo, de su red de fracturación y de la naturaleza de los materiales y de las discontinuidades, pues la resistencia vendrá controlada por las propiedades de las discontinuidades y por las propiedades de la matriz rocosa o por ambas. Para el análisis del tipo de roca, en campo se llenó 2 fichas una por cada afloramiento (Ver anexo 3, Ficha para la Clasificación Geomecánica Según Bieniawski 1989). Los tipos de clases de roca están establecidos, en rangos del I al V, en donde la Clase I es considerada como roca muy buena y la Clase V como roca Muy mala. A continuación se detallan los resultados de la clasificación RMR para los diferentes macizos rocosos.

1. Andesita

Dispuesta en pseudo estratos con baja resistencia a la compresión simple (índices de campo), su RQD es menor que 25%, con un espaciamiento de discontinuidades menor que 80mm, se presenta goteo de agua. La orientación de rumbo y buzamiento de las discontinuidades es favorable, la longitud de las discontinuidades tiene una persistencia menor a 1m con una separación aperturada entre 0.1 – 1mm, estas discontinuidades son rugosas no presentan ningún relleno y están moderadamente meteorizadas. Realizando la sumatoria de los valores medidos se determina un macizo rocoso de clase IV descrita como roca pobre la misma que tiene un promedio de tiempo estable de diez horas para un talud de 2.5m de alto.

2. Caliza

Presenta buena resistencia a la compresión simple (índices de campo), su RQD está entre 50 y 75%, con un espaciamiento de discontinuidades que va desde los 0.6 - 2m, la roca está húmeda. La orientación de rumbo y buzamiento de las discontinuidades es favorable, la longitud de las discontinuidades tiene una persistencia menor a 1m con una separación aperturada entre 0.1 – 1mm, estas discontinuidades son rugosas con relleno duro mayor que 5mm y están levemente meteorizadas. Realizando la sumatoria de los valores medidos se determina un macizo rocoso de clase III descrita como roca regular la misma que tiene un promedio de tiempo estable de una semana para un talud de 5m de alto.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conocido que en el sector de Yunganza se ha realizado estudios geológicos para determinar la existencia potencial de movimientos de la masa del suelo en el sector, se ha realizado el correspondiente estudio de estos datos bibliográficos y se ha definido lo siguiente:

Durante el año 2006 se ha realizado el estudio de la estabilidad de la zona de Yunganza, tomando como referencia que. Fierro, F. (2006) afirma que, “El interés de conocer las características geológicas del sector de Yunganza, nace del requerimiento para ampliar las instalaciones del colegio y ante la necesidad de verificar la certeza de los datos emitidos por la Dirección Nacional de Defensa Civil de Morona Santiago, mediante informe elaborado en el año 2003, en el cual se realiza una somera descripción de la zona del centro parroquial, indicando la existencia de cuarteamientos en las edificaciones y otros daños en el pueblo, sin especificar el tipo ni la magnitud de los eventos sucedidos e indicando como causa probable de la activación del movimiento la presencia del río Cumtza al pie del deslizamiento, la elevada pluviosidad y a la deforestación que ha sufrido el lugar”.

Por otra parte por comunicación verbal de los moradores de mayor edad del pueblo, se conoce que durante el tiempo que existe la comunidad no se ha tenido problemas de movimientos de tierra ni destrucción de viviendas, debiendo aclarar que el tipo de vivienda común de la zona estaba constituido por una cabaña de madera; la versión más antigua indica movimientos de suelo como resultados de los sismos provocados por una de las erupciones del volcán Sangay (300 Km. Hacia el NNW del centro poblado); posterior a ese evento no se reporta movimientos que afecten la zona hasta el terremoto de octubre de 1995, en la cordillera de Cutucú (60 Km. Hacia NNE del centro poblado) que ha producido daños en algunas edificaciones del lugar.

A. Condiciones Mineras

Para este estudio se analizara únicamente la problemática del oro por cuanto este recurso mineral está asociado fundamentalmente a tres eventos:

- 1.- La mineralización a partir del Cretácico por efecto de la influencia del cuerpo intrusivo sobre las formaciones Hollín y Napo que en la actualidad son ricas en este y otros minerales.

2.- La erosión y posterior sedimentación de la Fm. Mesa, en la cual algunos de sus niveles contiene este mineral.

3.- La fase actual de erosión que está depositando el oro en los aluviales y coluviales actuales de los ríos.

Bajo estas características queda implícita que la zona de Yunganza es una potencial zona minera tanto en el sector del río Yunganza como en el tramo entre el puente sobre el río Cumtza y el río Yunganza al pie del centro parroquial.

B. Estabilidad de la Zona

1. Descripción General de la Zona

Las rocas aflorantes en el sector corresponden como sustento general a rocas de la Fm. Mesa que son visibles en el talud de la margen izquierda del río Cumtza y que presentan una orientación estructural N54E/2NW, sobre las cuales se hallan depositadas rocas de la formación Fluvio-Lacustre que corresponden al suelo propio del sector. Fierro, F. (2006) afirma que, “el sector corresponde a un circo semicircular producto de un gran deslizamiento ocurrido hace algunos miles de años.”

2. Dirección Preferencial de los Sismos

La sismología del sector sur occidental del Ecuador es baja; de acuerdo a los datos obtenidos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (Quito), son alrededor de 5 los sismos que tienen grado superior a 6 en la escala de Richter y que hayan ocurrido en la región, esto incluyendo 2 que tienen epicentro en la República de Perú.

En cuanto a la orientación se indica que los sismos llegan con orientación NE-SW los que tienen su origen en la Cordillera del Cutucú, E-W los que ocurren en el Perú y NNW-SSE los movimientos de la parte centro norte del Ecuador; los efectos de la costa del Pacífico no inciden en este sector.

Sobre la acción sísmica en la zona se indica que el terremoto del 1995 cuyo epicentro se localizó en la Cordillera del Cutucú y que tuvo una fuerte repercusión en toda la provincia debido a la frecuencia, grado y permanencia en el tiempo de sus réplicas (estas se prolongaron por un espacio de 90 días), fue el responsable de los daños que se observan

tanto en la Escuela Santa Teresita como en la Casa Comunal (versión de los moradores).
Fierro, F. (2006)

3. Observaciones Realizadas

Luego de recorrer el sector se indican las edificaciones y otros sitios que fueron visitados y analizados para verificar los daños que por efectos de movimientos de suelo han sufrido y que son los siguientes:

Cuadro 16: Cuadro Comparativo de Observaciones Realizadas

OBSERVACIONES REALIZADAS	
Año, Fierro, F. (2006)	Año, Coronel, V. (2015)
Colegio Nacional Yunganza	
El colegio se halla dentro de la zona del mega derrumbo Yunganza.	
El área donde se ha realizado la construcción de las instalaciones y aulas del Colegio Nacional Yunganza corresponde a una zona pantanosa que ha sido desecada para dicho fin.	
Para la construcción del colegio se ha realizado el terraplenado de dos plataformas, una alta de aproximadamente 600 m ² , que al momento no está siendo utilizada. La segunda plataforma en una cota inferior, ha sido terraplenada y con el material resultante de estos trabajos que ha sido acumulado en el talud es que se ha completado el área requerida para la construcción de las instalaciones del colegio.	Se ha construido una nueva edificación en la parte correspondiente a la plataforma alta. El tramo del colegio viejo ha colapsado por defectos de construcción, los graderíos de acceso junto al mismo y el muro de contención (gaviones) al pie del talud, no sufren ningún daño, asociado a la destrucción de la edificación.

<p>La construcción de las aulas que se hallan hacia la carretera, ha sido realizada en la zona del relleno resultante del terraplenado del terreno. Se ha construido una nueva edificación en la parte correspondiente a la plataforma alta.</p>	
<p>Los daños que se observan en las instalaciones están relacionados más con una deficiencia en la cimentación y construcción que en daños provocados por movimientos de solifluxión.</p>	
<p>La quebrada que se localiza hacia el N del colegio, por efectos de obras de mantenimiento de la vía ha sido desviada hacia el sur, acercándola a las instalaciones del colegio, lo que está provocando desestabilización junto a la escalinata.</p>	<p>No se evidencia daños asociados a la búsqueda de equilibrio de la quebrada.</p>
<p>La escalinata de acceso ha sido construida en tres tramos independientes, en previsión a rotura y dislocamientos por efectos de movimientos del suelo. Estos tramos no presentan ningún tipo de dislocación, rotura o levantamiento de un tramo en relación a otro, o sea se hallan en la posición en la cual se las ha construido en un solo tramo no presenta deformaciones ni roturas causadas por solifluxión</p>	
<p>El talud de la quebrada junto a la atarjea se halla en proceso de búsqueda del equilibrio considerando que es un cauce nuevo, esto está provocando deslizamientos que en un</p>	

<p>futuro provocaran daños en la escalinata de acceso al colegio. No se evidencia daños asociados a la búsqueda de equilibrio de la</p>	
	<p>El talud de la quebrada junto a la atarjea se halla estabilizado y no ha generado daños en las obras de infraestructura cercanas como el graderío de acceso al colegio.</p>
<p>Casa Comunal</p>	
<p>Se observa trizaduras de las paredes y el piso. En los lugares que es posible observar se ha comprobado la falta de amarre de las cadenas y la pobreza de la mezcla donde predomina la arena sobre el cemento; aparentemente no tiene anclaje de cimientos, posiblemente dañada por el terremoto de 1995.</p>	<p>Eliminada la construcción antigua, se ha construido una nueva.</p>
<p>Escuela Santa Teresita (tramo 1)</p>	
<p>Construida hace 40 años aproximadamente; presenta trizaduras en las paredes orientadas EW y en la loza del piso, la estructura de hormigón de los pilares, cadenas y vigas se halla en buen estado, no se aprecia riesgo en esta edificación; los daños se produjeron en el año 1995 por efectos del terremoto.</p>	
<p>Escuela Santa Teresita (tramo 2 y 3)</p>	
<p>El tramo 2 contiguo al tramo anterior, se ha construido hace 12 años, no tiene ningún daño visible; el tramo 3 (7 años) que se ha construido frente a la iglesia, igualmente se halla en buen estado.</p>	<p>Estos dos tramos no presentan daños estructurales visibles.</p>

	<p>La cancha de cemento construida entre estos dos tramos presenta daños graves en su estructura.</p> <p>De acuerdo con la Sra. Directora de la escuela esto se debe a deficiencias de la construcción ya que el daño se debe al peso de los volquetes que transportaban el material para la construcción de la cancha superior y al exceso de humedad en el piso.</p>
Iglesia	
No presenta daño estructural visible.	Se observa trizaduras en el piso y paredes laterales del tipo saturación de agua en el cimiento.
Centro de Salud	
No presenta daños en la fundición del piso, el resto de la construcción es de madera; el cambio de la baldosa cerámica del piso data de un año atrás aproximadamente, se halla en buen estado y el piso no presenta trizaduras.	La construcción analizada en el 2006, fue sustituida por la nueva construida entre el 2006 y 2007, esta no presenta ningún tipo de daño.
Tubería de desagüe de los servicios higiénicos del Centro de Salud, no presenta roturas ni desvíos en su línea original de trazado.	No se observa daños ni modificaciones de trazado en la Tubería de desagüe del Centro de Salud.
Construcción del ORI	
Se observa el asentamiento de la vereda lateral que se ubica hacia el este de la construcción; por el tipo de construcción no se observa daños estructurales.	No se observa daños estructurales.
La Población	
Las restantes construcciones del pueblo se	No se ha evidenciado daños estructurales en las

hallan en buen estado.	viviendas del pueblo.
Las calles del pueblo no presentan trizaduras ni roturas de ningún tipo.	Las calles del pueblo han sido rasanteadas para eliminar las zonas de encharcamiento y se ha construido el sistema de alcantarillado tipo.
El sistema de alumbrado público cuenta con postes de concreto alineados en el sentido de las calles, los últimos postes de este sistema que hace aproximadamente años sustituyeron a los antiguos de madera, se hallan perfectamente alineados y guardan una perfecta verticalidad, al igual que los ya existentes desde hace 5 años atrás. (Se refiere al año 2001- Nota de Coronel Volmer)	El sistema de alumbrado público cuenta con los mismos postes de concreto que el año 2006; se encuentran perfectamente alineados, no hay evidencia de desplazamientos horizontales ni pérdida de la verticalidad de los mismos.
La carretera	
La cuneta en el lado accidental de la vía es de aproximadamente 1.5m de profundidad a provocado la evacuación de parte del agua que contiene el suelo por lo tanto se halla sometida a una paulatina compactación que no está afectando a las viviendas que se hallan junto a la misma.	Por la construcción de la troncal amazónica la vía en el sector ha sufrido una ligera modificación en su trazado y obras de infraestructura.
Hacia la parte alta de la carretera, siguiendo la dirección de la entrada principal del pueblo, existe un talud de aproximadamente 5m de altura, y verticalizado (80 grados favor de la pendiente) que presenta un pequeño derrumbe, posiblemente causado por la desestabilización del talud al ser excavada la cuneta de la carretera.	Por la construcción de la troncal amazónica el talud de la vía en el sector ha sido modificado en cuanto a su altura, el actual luego de los cortes de ensanchado de la vía, tiene entre 9 y 10m de alto y es vertical, no presenta zonas de desestabilización.

	<p>Los daños que se observan en la vía, que son trizaduras en el asfalto corresponden a una deficiencia en las características de la base y sub-base considerando el peso de los transportes que utilizan la vía y la fuerte gradiente en el sector.</p>
EVALUACIÓN GEOLÓGICA COLEGIO NACIONAL YUNGANZA. Fierro, F. (2006)	Tesis de Grado. Coronel, V. (2015)

Cuadro 17: Análisis Comparativo de Imágenes

ANÁLISIS COMPARATIVO DE IMÁGENES	
AÑO 2006 (Fierro, F.)	AÑO 2015 (Coronel, V.)
Postes del tendido eléctrico sector Coliseo	



Se constata que los postes del tendido eléctrico en la calle que atraviesa por medio del Coliseo y de la Escuela Santa Teresita no indican indicios de movimientos en masa en un periodo de 10 años.

Postes del tendido eléctrico sector Casa Comunal

En la calle a atraviesa por la Casa Comunal y el Subcentro de Salud no se evidencia movimiento en masa puesto que se verifica la verticalidad del tendido eléctrico.

Postes del tendido eléctrico sector Casa de José

Durante el recorrido en la calle que atraviesa domicilios privados, la Escuela Santa Teresita y la Iglesia no se evidencia movimientos pues el tendido eléctrico mantiene su verticalidad.

Sector de la Iglesia



En la Iglesia se verifica la existencia de fracturas que atraviesan en sentido N-S las mismas que se asocian a un asentamiento por defecto de construcción pues las cimentaciones no cumplen con un diseño estructural para este tipo de suelo.

Sector Escuela Santa Teresita



En la Escuela Santa teresita se puede evidenciar que existió un asentamiento el mismo que está asociado a una construcción de cimentaciones inadecuadas es vista que en un periodo de 10 años se mantiene en las mismas condiciones.

Elaboración: Coronel, V. (2015)

4. Conclusiones, Fierro, F. (2006)

Luego de haber realizado el reconocimiento geológico de la zona y realizadas las observaciones correspondientes sobre los daños ocasionados en el pueblo por efectos de movimientos de suelos en Yunganza, se llega a las siguientes conclusiones:

- La zona donde se asienta el pueblo y el Colegio Nacional Yunganza está localizado en la zona de un antiguo mega-derrumbe.
- Las trizaduras, roturas y colapso de las construcciones en el Colegio Nacional Yunganza, se debe a que han sido construidas sobre el material de relleno resultante de la limpieza y terraplenado del terreno.
- Se evidencia una pobre cimentación, junto con la construcción en terreno húmedo y no consolidado ha causado las fisuras y colapso de construcciones.
- El graderío de acceso no ha sufrido daño alguno en el transcurso de los últimos 4 años.

- Existe una superficie terraplenada en la parte alta donde es posible realizar construcciones si se realizan pruebas de consistencia de suelos, se efectúan trabajos de desecamiento previo a la construcción y se realiza una correcta cimentación.
- De la misma manera existe una superficie terraplenada junto al Colegio Bilingüe donde es posible realizar construcciones luego de realizar pruebas de consistencia de suelos, se efectúan trabajos de desecamiento previo a la construcción y se realiza una correcta cimentación.
- Los daños que se observan en la Casa Comunal y en el tramo 1 de la escuela han sido provocados por el sismo del año 1995.
- Los daños en el Centro Artesanal son por deficiencias en la cimentación y construcción; similar caso para el daño en la plataforma donde se ubica el ORI.
- No se ha determinado un factor geológico de importancia que afecte la realización de obras siempre y cuando se siga los parámetros de las obras actuales que se hallan en buen estado, esto es correcto anclaje de cimientos al suelo, no construir sobre rellenos, en todo caso nivelar la zona a utilizarse mediante el retiro del exceso de suelo y construcciones alivianadas.
- Se observa un desprendimiento de la masa del talud en la parte correspondiente a la zona de influencia erosiva del río Cumtza.
- Se observa un pequeño deslizamiento en el talud en la parte alta de la carretera sobre la misma, por efecto de la excavación de la cuneta de la carretera.
- No se ha evidenciado la existencia de fisuras, trizaduras, camellones, etc., que pongan en evidencia la existencia de un movimiento de suelos dentro del pueblo.
- Los drenajes naturales que existían en la zona del pueblo han sido modificados para conseguir el diseño armónico del lugar.
- No existe mantenimiento de los drenajes lo cual provoca la acumulación de aguas lluvia dentro de la zona poblada.

5. Recomendaciones, Fierro, F. (2006)

- Efectuar el monitoreo topográfico de la zona a fin de despejar cualquier duda sobre la existencia o no de movimientos, se realizará mediante triangulación topográfica a partir

de un punto que sea estable y con la construcción de mojones dentro del pueblo y en el sector alto correspondiente al colegio y su área de influencia.

- Las redes para el Colegio Nacional Yunganza y el centro poblado deberán ser independientes.
- La frecuencia de lecturas de chequeo topográfico deberá ser quincenal durante los tres primeros meses. Dependiendo del grado de afección se mantendrá el tiempo de lectura o se modificará a mensual los siguientes tres meses y concluida esa fecha, en dependencia de la magnitud del movimiento detectado, se definirá la conveniencia o no de continuar con el monitoreo y se definirá la frecuencia de las mediciones.
- La programación de obras deberá esperar hasta obtener los resultados del monitoreo del lugar donde se proyecta la construcción.
- Realizar la limpieza de los drenajes que existen en el pueblo, dejando una zona limpia de 2m a cada lado del filo del drenaje.
- Realizar el ensanchamiento del cauce de los drenes, así como una profundización no mayor que 30cm de los mismos, para que tengan mayor capacidad en la recolección y transporte del agua de escorrentía.
- No se debe embaular ni entubar los actuales cauces de recolección de agua de escorrentía.
- Dentro del pueblo se debe evitar la construcción de viviendas a distancias inferiores a 20m medidos desde el eje de los drenes naturales existentes.
- No se debe realizar obras que busquen retirar el exceso de aguas del suelo, por cuanto este es un componente básico en esta zona donde ya existen construcciones; si se retira el exceso de agua del suelo se provocará desecamiento del mismo, lo que provocará la pérdida del elemento agua de las arcillas lo que provocará que estas comiencen a funcionar en un sistema de contracción y expansión dependiendo las condiciones de la humedad del suelo, esto consecuentemente provocará la aparición de fisuras y grietas en el que pueden hacer colapsar las obras civiles existentes así como las casas de habitación.
- Obras de recolección de aguas lluvia que en el futuro se realicen podrán ser subterráneas siempre y cuando tengan la suficiente capacidad de transporte del torrente de escorrentía de la zona.

- Se debe planificar y construir un sistema de recolección de aguas negras que prevenga el incremento de agua al suelo.
- Drenar las zonas de acumulación de agua que existen en el pueblo a fin de prevenir el exceso de agua y la generación de vectores de algunas enfermedades tropicales.
- Excavar y ensanchar la cuneta que se ubica en la parte alta de la carretera y hacia el sector sur del pueblo, a fin de que se incremente la capacidad de transporte de agua de esta cuneta y no se afecten la urbanización y la carretera por las aguas de escorrentía que desbordan de la cuneta.
- Realizar la planificación del desarrollo urbano de manera que no se convierta en un aglomerado de construcciones adosadas, deberán generarse espacios verdes entre vivienda y vivienda, en lo posible.
- Realizar un programa de reforestación utilizando plantas de la zona como gravas, matapalos, achos, etc., que generan compactación del suelo y consumen el exceso de agua del subsuelo.
- Se debe mediante ordenanza prohibir la explotación minera en el río Cumtza, en el tramo comprendido entre el puente y el río Yunganza a fin de prevenir la estabilidad del talud.

VII. CONCLUSIONES

- La causa principal o factores condicionantes de movimientos de desestabilización de la masa del suelo en el sector de Yungantza está relacionado con, el diseño tectónico del lugar donde se tiene la presencia de fallas activas que se cortan y generan cuñas; el exceso de agua que circula por la Fm. Mesa, en forma de agua subterránea; la altura de los taludes; la erosión de la base del talud por el río Cumtza, la elevada pluviosidad de la zona.
- Como factores detonantes se puede citar a la actividad tectónica, esto es que una de las fallas del lugar se reactive generando sismos locales; la otra causa que se debe considerar es la modificación del nivel de base del talud generado por una inadecuada extracción de minerales (oro) en el río Yunganza.
- La zona donde se asienta el pueblo y las obras de infraestructura civil como la vía troncal amazónica, el Colegio Nacional Yungantza, la escuela Santa Teresita, el Centro de Salud, la iglesia, etc. y las viviendas del pueblo, está localizada en un antiguo mega-derrumbe.
- Los drenajes naturales que existían en la zona del pueblo han sido modificados para conseguir el diseño del nuevo trazado de la vía troncal amazónica lo cual ha potenciado el índice de inestabilidad.
- La actividad antrópica está contribuyendo a la desestabilización posterior de la ladera con sus actividades de minería, deforestación y construcción sin un plan de ordenamiento territorial.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar la limpieza de los drenajes que existen, dejando una zona limpia y libre de 2m a cada lado del drenaje, así como una profundización no mayor que 30cm de los mismos, para que tengan mayor capacidad en la recolección y transporte del agua de escorrentía.
- No se debe embaular ni entubar los actuales cauces de recolección de agua de escorrentía ya que impiden la recolección del agua subterránea.
- Dentro del pueblo se debe evitar la construcción de viviendas a distancias inferiores a 20m medidos desde el eje de los drenes naturales existentes.
- Se debe realizar un nuevo diseño del sistema de recolección de agua de escorrentía de la carretera, para que de manera concentrada y por un solo canal llevar el flujo con dirección al río Cumtza y evitar que sea arrojada a la explanada del pueblo, incrementado el volumen de agua en este sector.
- Realizar el plan de ordenamiento territorial de la parroquia, de manera que no se convierta en un aglomerado de construcciones adosadas, deberán generarse espacios verdes entre viviendas, en lo posible.
- Realizar un programa de reforestación utilizando plantas de la zona como palmas, matapalos, achos, etc., que generan compactación del suelo y consumen el exceso de agua del subsuelo.
- Se debe mediante ordenanza parroquial o municipal prohibir la explotación minera en el río Cumtza, en el tramo comprendido entre el puente sobre el río Cumtza y el río Yungantza.
- Realizar un enrocado a nivel de base del río Cumtza cerca a la confluencia con el río Yungantza, lo que permitirá controlar el efecto erosivo retrogrado y disminuir la pendiente del cauce.

IX. RESUMEN

La presente investigación propone: realizar el estudio geológico en un área de 300 Ha., en el sector donde se localiza la población de Yungantza, para determinar las causas de la inestabilidad de sus taludes, en el Cantón Limón Indanza, Parroquia Yungantza. Con la definición de las características generales del área mediante la revisión de estudios anteriores, de donde se ha extraído algunos conceptos que permiten el desarrollo cabal de los trabajos de campo posteriores, luego, mediante recorridos programados por el área estudiada, se obtuvieron datos de campo referentes a las características litológicas, encadenamiento estratigráfico, ubicación de las diferentes fallas geológicas y condiciones geomorfológicas dentro del área. Dando como resultado que la zona se localiza dentro de un antiguo deslizamiento de la masa del suelo, que forma una lengüeta en dirección al río Cumtza que actualmente está funcionando como nivel de base de estabilización. El dominio geológico corresponde a una zona de intensa actividad tectónica, donde afloran rocas desde el Jurásico hasta el Cuaternario. Las condiciones geomorfológicas quedan definidas por la presencia de tres tipologías, siendo la primera, asociada a la zona de deslizamientos que es dominio de la Fm. Mesa, todos hacia la margen izquierda de los ríos Cumtza y Yunganza; una segunda zona, aplanada localizada entre los ríos antes indicados donde se observan rocas de la Fm. Mesa cubiertas por coluviones y aluviones actuales y una tercera zona, de lomeríos y escarpes tectónicos donde afloran rocas de la formaciones Chapiza, Hollín y Napo. Luego de los levantamientos y análisis de la información se define como causas de la desestabilización de los taludes, la presencia y actividad de las fallas geológicas como condicionantes y a la excesiva humedad, la acción antrópica y las modificaciones de los niveles de base de los ríos como detonantes.

Por: Volmer Coronel



X. SUMMARY

This research proposes: the geological study in a 300 hectares, in the Yungantza sector, Limón Indanza, Morona Santiago Province, to determine the causes of the slope instability; with the area general characteristics definition through previous studies support, which provide some concepts for the full development of further field work, then, by taking scheduled tours to the studied area, field data concerning lithology characteristics, stratigraphy chain, different geological faults, and geomorphological conditions in the area were obtained. The area is located within an old landslide which forms a strip toward Cumtza River which is currently functioning as tectonic level base, with rocks from the Jurassic to the Quaternary. The geomorphological conditions are defined by the presence of three types, the first is associated with the landslide area in the Mesa formation, all at the right bank of the Cumtza and Yunganza Rivers; the second flattened area located between the above mentioned rivers with Fm. Mesa rocks covered by colluvium and alluvium and a third area of hills and tectonic escarpments with rocks of the Chapiza, Hollin and Napo formation. After data collection and analysis the causes of the slopes destabilization are the presence and activity of the geological faults as determinant factors, and to the excessive humidity, human action and changes in baseline levels of the rivers as triggers.

By: Volmer Coronel



XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abramson, L. W. (1996). Engineering geology principles. Slope stability and stabilization methods: Wiley interscience. Consultado el: 17-enero-2015. Recuperado de: www.erosion.com.co/.../14-libro-deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes
- Fierro, F. (2006). Estudio Geológico del Colegio Nacional Yunganza. Yunganza.
- Obando, T. (2009). Modelación geo mecánica y temporal de la licuefacción de suelos. Consultado el: 25-enero-2015. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/cuantificacion-potencial-licuacion-suelos/cuantificacion-potencial-licuacion-suelos.pdf>
- Fierro, F. (2004). Manual para determinar el RQD. Texto para dictado de Clase. Macas
- Duque, P. (2000). Breve Léxico Estratigráfico del Ecuador. Consultado el: 03-febrero-2015. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/165767108/Lexico-Estratigrafico-Ecuador#scribd>
- Pardo, F. (1987). Tectonics, Relative Motion of the Nazca. Consultado el: 20-febrero-2015. Recuperado de: <http://www.colorado.edu/GeolSci/faculty/molnarpdf/1987Rect.Pardo%26M.Nazca-SouthAm.pdf>
- Fierro, F. (2012). Estudio Geológico de El Rosario. El Rosario.
- Belandria, N. & Bongiorno, F. (2012). Geotecnia Aplicada. Clasificación geo mecánica de los macizos rocosos según: Bieniawski, Barton, Hoek y Brown. Consultado el: 25-febrero-2015. Recuperado de: http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nbelandria/materias/geotecnia/guia_geotecnia.pdf
- Coe, A.L., Argles, T.W., Rothery, D. A. & Spicer, R.A. (2010). Geological field techniques. Angela L. Coe (Ed). Jhon Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Freeman, T. (1999). Procedures in field geology. Blackwell Science. Consultado el: 25-febrero-2015. Recuperado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1529-8817.2001.01031.x/full>

- Lahee, F. (1970). Geología Práctica. 3era. Ed. Española. Omega. Madrid. Consultado el: 15-marzo-2015. Recuperado de: <http://147.96.59.157/rsehn/cont/publis/boletines/241.pdf>
- Roberts. J. (1984). Introduction to geological maps and structures. Pergamon Press Ltd.
- Villavicencio, A. & Villablanca, A. (2010). Métodos de aforos de caudal. (Parte 1). Consultado el: 29-marzo-2015. Recuperado de: http://platina.inia.cl/ururi/informativos/Informativo_INIA_Ururi_50.pdf
- Alonso, J. (2007). Caracterizacion de Macizos Rocosos. Consultado el: 3-abril-2015. Recuperado de: <http://www.academia.edu/7560586>
- Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Consultado el: 20-diciembre-2014. Recuperado de: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101.pdf>
- Instituto Geofísico. (1995). Sismicidad del año 1995. Consultado el: 21-diciembre-2014. Recuperado de: <http://www.igepn.edu.ec/informes-sismicos/sismicidad/206--25/file>.

XII. ANEXOS

Anexo 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS.

A

Ácido.- Término aplicado a rocas ígneas que contienen más de 66% de SiO₂. 2. Referido a fluidos acuosos, hidrotermales, etc. el término se usa en su sentido químico, indicando alta concentración de hidrogeniones (pH bajo).

Afloramiento.- Parte de un terreno visible en la superficie de la tierra.

B

Buzamiento.- Ángulo que forma la superficie de un estrato con la horizontal, medido en el plano que contiene la línea de máxima pendiente.

C

Cabalgamiento.- Conjunto de capas rocosas de edad más antigua que se superponen sobre otras de edad más moderna por efecto de presiones laterales.

Champús de Limón.- Asociación estratigráfica que en la zona del cantón Limón Indanza (ciudad de Limón), engloba formaciones que afloran en el sector y que se extiende desde el jurásico hasta el cuaternario, principalmente la F. Misahuialli, F. Hollín, F. Napo, F. Mesa y F. Mera, incluye también a los cuerpos intrusivos ácidos.

Cizalla.- Deformación producida por esfuerzos paralelos y de sentido contrario. Zonas de límites paralelos con alta deformación de este tipo.

Clasto.- Fragmento, ya sea de un cristal, una roca, o un fósil.

Clivaje.- Aptitud de un mineral o una roca para dividirse según planos paralelos, sean cristalográficos (exfoliación), estratigráficos o tectónicos (lajado, hojosisidad).

Concordancia.- Relación geométrica entre dos unidades estratigráficas superpuestas en las que existe paralelismo entre los materiales infra y suprayacentes. Antónimo: discordancia.

Conglomerado.- Son rocas formadas por fragmentos de otras de distintos tipos, depositados después de una fase de transporte y cementados.

Cronoestratigrafía.- Rama de la estratigrafía que se ocupa del conocimiento de la edad y la ordenación de las unidades estratigráficas, así como del establecimiento de la escala estratigráfica mundial.

D

Detríticos.- 1. Partículas sólidas arrastradas y depositadas, procedentes del exterior de una cuenca. 2. Sedimentos o rocas formados predominantemente por partículas detríticas. Sinónimo: clásticos.

Desplazamiento.- de una unidad geológica u otra estructura geológica indica la actividad tectónica. Desplazamientos tectónicos en el terreno marcan siempre una falla.

Diaclasa.- Fractura de rocas o de materiales sin desplazamiento relativo de las partes separadas.

Dique.- Masa tabular discordante de roca ígnea.

Dirección o rumbo.- Se refiere al ángulo que forma una línea comprendida en un plano horizontal con otra tomada como referencia, normalmente la línea geográfica N-S.

Discontinuidad estratigráfica.- Ausencia, por no sedimentación o por erosión, en la sucesión estratigráfica de materiales representativos de un lapso de tiempo.

Drenaje Dendrítico.- Viene a formar una mano extendida, siendo equivalentes los afluentes del río principal, a cada uno de los dedos de la mano. Es el tipo de drenaje fluvial más común que existe.

Drenaje Paralelo.- Se da en regiones uniforme como mesetas o grandes campos de lavas y también en regiones donde actúa la glaciación continental.

E

Epicentro.- Es el punto de la superficie terrestre, directamente arriba del hipocentro, donde se origina un temblor.

Erosión.- Conjunto de fenómenos externos que, en la superficie del suelo o a escasa profundidad, quitan en todo o en parte los materiales existentes modificando el relieve.

F

Facies.- Conjunto de caracteres que definen una roca, grupo de rocas o un depósito.

Falla.- Fractura del terreno con desplazamiento relativo de las partes separadas.

Foliación.- Estructura visible en ciertas rocas metamórficas en que a la esquistosidad se suma una diferenciación petrográfica entre lechos, formando hojas. El término se usa

también para las rocas metamórficas que no muestran este aspecto cuando todos sus constituyentes han sido reorientados por una esquistosidad de flujo o han recristalizado según el plano de esquistosidad, que constituye entonces el plano de foliación.

Formación.- Unidad litoestratigráfica fundamental. Cuerpo de rocas identificado por sus características litológicas y su posición estratigráfica.

Fósil.- N. Resto o molde natural de un organismo conservado en un sedimento. Adj. Califica los objetos o sustancias, en general ligadas al mundo viviente, encerradas durante mucho tiempo en las rocas por un proceso de enterramiento o de infiltración.

Fractura.- Rotura o abertura producida por esfuerzos.

Freático/a.- Se dice de la parte del subsuelo saturada de agua.

G

Graben (Fosa tectónica).- Área deprimida que corresponde a un bloque hundido por fallas normales paralelas a los lados largos. Antónimo: horst.

Granito.- Roca plutónica ácida con cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas y micas. El 10-65% de sus feldespatos son plagioclasa de 5-100% de anortita.

Grauvaca.- Roca sedimentaria detrítica con contenido en matriz fina superior al 15% y en la que las partículas tamaño arena no están en contacto unas con otras.

Grupo.- Unidad litoestratigráfica de rango mayor que comprende dos, o más, formaciones adyacentes.

H

Hipocentro o foco.- Es el punto interior de la tierra donde se origina un temblor.

Horst.- Bloque elevado por fallas normales paralelas a sus lados largos. Antónimo: graben.

I

Intrusivo/a.- Que penetra en formaciones ya existentes. Se aplica a las rocas magmáticas emplazadas en estado fluido bajo la superficie y a los macizos que constituyen, se cristalizan lentamente, así como a los diapiros de rocas salinas.

L

Lahar.- Coladas de barro, originadas en las pendientes de los volcanes, cuando capas inestables de ceniza se saturan de agua y fluyen pendiente abajo siguiendo el curso de los ríos y arroyos.

Lava.- Es el magma, líquido o sólido, que ha sido arrojada a la superficie.

Lutita.- Roca sedimentaria detrítica cuyos componentes tienen un diámetro inferior a ~ 62

M

Macro.- Prefijo que significa grande.

Magma.- Material fundido generado en el interior de la tierra por fusión de materiales a temperatura superior a 600° C. Su enfriamiento y consolidación da origen a las rocas magmáticas.

Metamorfismo.- Conjunto de procesos que a partir de una roca original cambian la mineralogía y estructura de la misma, pudiendo llegar a formar una nueva roca, por efecto del aumento de la presión y/o temperatura, sin llegar a fundir totalmente la roca original.

Miembro.- Unidad litoestratigráfica de rango inferior a la formación y que siempre es parte de una formación.

Milonita.- En s.l. toda roca triturada más o menos finamente (brecha tectónica). En el s.s. de los petrólogos roca dinamometamórfica que deriva de una roca magmática o metamórfica triturada hasta el punto de que los cristales originales no son identificados a simple vista.

Morrena.- Conjunto de materiales rocosos arrastrados por los glaciares y que quedan depositados al fundirse el hielo.

P

Paleo.- Prefijo que significa antiguo.

Paleodeslizamiento.- Deslizamiento generado en el pasado

Paleosuelo.- Suelo generado en el pasado y enterrado bajo sedimentos posteriores.

Pliegue.- Deformación resultante de la flexión o torsión de rocas.

Patamar.- Definición para indicar la geo forma escalonada por causas de un movimiento de la masa del suelo.

R

Roca.- Sustancia sólida compuesta por uno o más minerales, originada en forma natural por procesos geológicos.

Roca ígnea.- Roca formada por el enfriamiento y solidificación de un magma.

Roca metamórfica.- Roca formada a partir de otra (ígnea o sedimentaria), por transformación de sus minerales debido a la elevada presión y/o temperatura.

Roca Sedimentaria.- Roca formada por la acumulación de sedimentos, y su posterior compactación, modificación y cementación.

Rift.- 1. Rift continental, o fosa de hundimiento (graben), limitado por bordes elevados, con actividad volcánica más o menos intensa. 2. Rift oceánico o fosa de hundimiento en medio de las dorsales.

S

Sinclinal.- Pliegue en el que las capas situadas en el interior de la curvatura son las más jóvenes, su estructura es cóncava.

Sismo.- Son temblores de la corteza terrestre que no causa daño a humanos.

Skarn.- Refiere a una roca o zona metamorfozada alrededor de una intrusión ígnea que se caracteriza por consistir en una roca carbonatada con minerales producto de metasomatismo.

Suelo.- Es la capa de la corteza terrestre formada por material meteorizado en el mismo lugar donde actualmente se halla, mezclado con materia orgánica muy superficial.

T

Tectónica de placas.- Es la teoría que explica el proceso cinemático y las implicaciones de los movimientos relativos entre placas tectónicas.

Temblor.- Es un movimiento vibratorio causado por un deslizamiento repentino de bloques de roca sobre una falla geológico.

V

Volcán.- Lugar donde la roca ígnea, fundida o fragmentada por el calor y gases calientes, emerge a través de una abertura desde las partes internas de la tierra a la superficie.

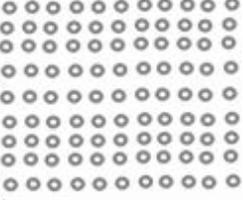
Anexo 2: FICHAS DE AFLORAMIENTOS.

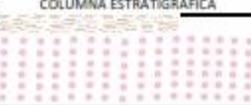
CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTO					
DATOS GENERALES E IDENTIFICACIÓN					
ESTUDIO:	Geológico - Estructural	AFLOR: N°	1	FECHA:	20/03/2015
COORDENADAS UTM:	X	9583300	Y	792800	FOTOGRAFIA
LEVANTO:	Volmer Napoleón Coronel Plaza				
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA					
1	Nombre de la roca:	Secuencia rítmica de Conglomerado y arenisca			
2	Color:	Gris			
3	Mineralogía:				
4	Textura y estructura interna:				
5	Rasgos principales (intemperismo-aleración):	Baja			
6	Características generales del afloramiento: (resistencia y permeabilidad)	Resistencia: Alta Permeabilidad: Alta			
7	Nombre del grupo:				
8	Características y relaciones de los contactos:	Contacto Concordante			
9	Edad:	Terciario			
LEVANTAMIENTO DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA					
ESTRATO	FORMACION	ESPESOR (m)	UNIDAD LITOLÓGICA	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	
1	Mat. No consolidados	0.20	Suelo residual		
2	Fm. Mesa	1.50	Conglomerados		
3	Fm. Mesa	2.30	Areniscas		
4	Fm. Mesa	1.00	Conglomerados		
DATOS ESTRUCTURALES					
LOCALIDAD		ESTRUCTURA	RUMBO	BUZAMIENTO	
RÍO CUMTZA DEBAJO DEL POBLADO DE YUNGANTZA		FOLIACION			
		FRACTURA			
		FALLA			
		ESTRATIFICACION	N35E	55E	

CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTO					
DATOS GENERALES E IDENTIFICACIÓN					
ESTUDIO:	Geológico - Estructural	AFLOR: N°	2	FECHA:	20/03/2015
COORDENADAS UTM:	X	9583300	Y	792310	FOTOGRAFIA
LEVANTO:	Volmer Napoleón Coronel Plaza				
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA					
1	Nombre de la roca:	Secuencia rítmica de Conglomerado y arenisca			
2	Color:	Gris			
3	Mineralogía:				
4	Textura y estructura interna:				
5	Rasgos principales (intemperismo-aleración):	Baja			
6	Características generales del afloramiento: (resistencia y permeabilidad)	Resistencia: Alta Permeabilidad: Alta			
7	Nombre del grupo:				
8	Características y relaciones de los contactos:	Contacto Concordante			
9	Edad:	Terciario			
LEVANTAMIENTO DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA					
ESTRATO	FORMACION	ESPESOR (m)	UNIDAD LITOLÓGICA	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	
1	Mat. No consolidados	0.50	Suelo residual	●●●●●●●●●●	
2	Fm. Mesa	6.00	Conglomerados	●●●●●●●●●● ●●●●●●●●●● ●●●●●●●●●● ●●●●●●●●●●	
3	Fm. Mesa	2.40	Areniscas	●●●●●●●●●● ●●●●●●●●●● ●●●●●●●●●●	
4	Fm. Mesa	3.00	Conglomerados	●●●●●●●●●● ●●●●●●●●●● ●●●●●●●●●● ●●●●●●●●●●	
DATOS ESTRUCTURALES					
LOCALIDAD	ESTRUCTURA	RUMBO	BUZAMIENTO		
RÍO CUMTZA DEBAJO DEL POBLADO DE YUNGANTZA	FOLIACION				
	FRACTURA				
	FALLA				
	ESTRATIFICACION	N35E	55E		

CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTO					
DATOS GENERALES E IDENTIFICACIÓN					
ESTUDIO:	Geológico - Estructural	AFLOR: N°	3	FECHA:	21/03/2015
COORDENADAS UTM:	X	9682700	Y	793100	FOTOGRAFIA
LEVANTO:	Volmer Napoleón Coronel Piza				
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA					
1	Nombre de la roca:	Lavas andesíticas			
2	Color:	Gris, verdosa			
3	Mineralogía:				
4	Textura y estructura interna:				
5	Rasgos principales (intemperismo-aleración):	Alta			
6	Características generales del afloramiento: (resistencia y permeabilidad)	Resistencia: Alta Permeabilidad: Baja			
7	Nombre del grupo:				
8	Características y relaciones de los contactos:	Contacto Fallado			
9	Edad:	Jurásico - Cretáceo			
LEVANTAMIENTO DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA					
ESTRATO	FORMACION	ESPESOR (m)	UNIDAD LITOLÓGICA	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	
1	Mat. No consolidados	0.00	Suelo residual		
2	Fm. Chapiza	15.00	Lavas andesíticas		
DATOS ESTRUCTURALES					
LOCALIDAD		ESTRUCTURA	RUMBO	BUZAMIENTO	
RÍO CUMTZA DEBAJO DEL POBLADO DE YUNGANTZA		FOLIACION			
		FRACTURA			
		FALLA 2	N50E	60 SE	
		ESTRATIFICACION			

CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTO					
DATOS GENERALES E IDENTIFICACIÓN					
ESTUDIO:	Geológico - Estructural	AFLOR: N°	4	FECHA:	21/03/2015
COORDENADAS UTM:		X	9583400	Y	792320
LEVANTO:	Volmer Napoleón Coronel Plaza				
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA					
1	Nombre de la roca:	Secuencia rítmica de Conglomerado y arenisca			
2	Color:	Gris			
3	Mineralogía:				
4	Textura y estructura interna:				
5	Rasgos principales (intemperismo-aleración):	Baja			
6	Características generales del afloramiento: (resistencia y permeabilidad)	Resistencia: Alta Permeabilidad: Alta			
7	Nombre del grupo:				
8	Características y relaciones de los contactos:				
9	Edad:	Terciario			
LEVANTAMIENTO DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA					
ESTRATO	FORMACION	ESPESOR (m)	UNIDAD LITOLÓGICA	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	
1	Mat. No consolidados	1	Suelo residual		
2	Fm. Mesa	8	Conglomerados		
DATOS ESTRUCTURALES					
LOCALIDAD		ESTRUCTURA	RUMBO	BUZAMIENTO	
RÍO CUMTZA DEBAJO DEL POBLADO DE YUNGANTZA		FOLIACION			
		FRACTURA			
		FALLA			
		ESTRATIFICACION	N35E	5 SE	

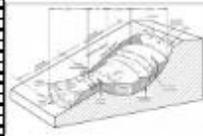
CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTO					
DATOS GENERALES E IDENTIFICACIÓN					
ESTUDIO:	Geológico - Estructural	AFLOR: N°	3	FECHA:	22/03/2013
COORDENADAS UTM:		X	9682885	Y	793003
LEVANTO:	Volmer Napoleón Coronel Plaza				
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA					
1	Nombre de la roca:	Secuencia rítmica de Conglomerado y arenisca			
2	Color:	Gris			
3	Mineralogía:				
4	Textura y estructura interna:				
5	Rasgos principales (intemperismo-aleración):	Baja			
6	Características generales del afloramiento: (resistencia y permeabilidad)	Resistencia: Alta Permeabilidad: Alta			
7	Nombre del grupo:				
8	Características y relaciones de los contactos:	Contacto Fallado			
9	Edad:	Terciario			
LEVANTAMIENTO DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA					
ESTRATO	FORMACION	ESPESES (m)	UNIDAD LITOLÓGICA	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	
1	Mat. No consolidados	1	Suelo residual		
2	Fm. Mesa	10	Conglomerados		
DATOS ESTRUCTURALES					
LOCALIDAD		ESTRUCTURA	RUMBO	BUZAMIENTO	
RÍO CUMTZA DEBAJO DEL POBLADO DE YUNGANTZA		FOLIACION			
		FRACTURA			
		FALLA 3	N50E	60 SE	
		FALLA 8	N30W	90	
		ESTRATIFICACION			

CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTO						
DATOS GENERALES E IDENTIFICACIÓN						
ESTUDIO:	Geológico - Estructural	AFLOR: N°	0	FECHA:	22/03/2015	
COORDENADAS UTM:	X	9582807	Y	793991	FOTOGRAFIA	
LEVANTO:	Volmer Napoleón Coronel Plaza					
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA						
1	Nombre de la roca:					Cuarcita
2	Color:					Gris
3	Mineralogía:					
4	Textura y estructura interna:					
5	Rasgos principales (intemperismo-aleración):					Alta
6	Características generales del afloramiento: (resistencia y permeabilidad)					Resistencia: Baja Permeabilidad: Alta
7	Nombre del grupo:					
8	Características y relaciones de los contactos:					
9	Edad:				Cretácico	
LEVANTAMIENTO DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA						
ESTRATO	FORMACION	ESPESOR (m)	UNIDAD LITOLÓGICA	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA		
1	Mat. No consolidados	0.2	Suelo residual			
2	Fm. Hollin	2	Cuarcitas			
DATOS ESTRUCTURALES						
LOCALIDAD		ESTRUCTURA	RUMBO	BUZAMIENTO		
RÍO CUMTZA DEBAJO DEL POBLADO DE YUNGANTZA		FOLIACION				
		FRACTURA				
		FALLA 7	N00E	30 SE		
		ESTRATIFICACION				

CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTO					
DATOS GENERALES E IDENTIFICACIÓN					
ESTUDIO:	Geológico - Estructural	AFLOR: N°	7	FECHA:	
COORDENADAS UTM:	X	90832010	Y	792100	FOTOGRAFIA
LEVANTO:	Volmer Napoleón Coronel Plaza				
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA					
1	Nombre de la roca:	Secuencia rítmica de			
2	Color:	Grts			
3	Mineralogía:				
4	Textura y estructura interna:				
5	Rasgos principales (intemperismo-aleración):	Baja			
6	Características generales del afloramiento: (resistencia y permeabilidad)	Resistencia: Alta Permeabilidad: Alta			
7	Nombre del grupo:				
8	Características y relaciones de los contactos:	Contacto Fallado			
9	Edad:	Cretácico			
LEVANTAMIENTO DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA					
ESTRATO	FORMACIÓN	ESPESOR (m)	UNIDAD LITOLÓGICA	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	
1	Mat. No consolidados	0.2	Suelo residual		
2	Fm. Mesa	1.3	Conglomerados		
3	Fm. Napo	4	Calizas		
DATOS ESTRUCTURALES					
LOCALIDAD	ESTRUCTURA	RUMBO	BUZAMIENTO		
RÍO CUMTZA DEBAJO DEL POBLADO DE YUNGANTZA	FOLIACION				
	FRACTURA				
	FALLA 4	N10E	25 NW		
	FALLA 5	N10W	30 SW		
	ESTRATIFICACION				

Anexo 3: FICHAS DE DESLIZAMIENTOS.

POLÍGONO ADMINISTRATIVO		COORDENADAS		LOCALIZACIÓN DEL OBJ. MOVIMIENTO		REFERENCIA		FOTOGRAFÍA	
País	Costa Rica	Estado	San José						
Provincia	San José	Municipio	San José						
Cantón	San José	Barrio	San José						
Parroquia	San José	Manzana	San José						
DETALLE DEL MOVIMIENTO									
FECHA DE OCURRENCIA		ESTADO	ESTILO	DEFINICIÓN	TIPO	ALBOS	MOVIMIENTO	CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	
ANÁLISIS DE RIESGO Y EVALUACIÓN									
TIPO DE MOVIMIENTO		RIESGO		TIPO DE RIESGO		MOVIMIENTO		OTRAS CARACTERÍSTICAS	
GENERAL									
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO MOVIMIENTO		CONDICIONES DE OCURRENCIA		ÁREA DE OCURRENCIA		EFECTOS		RECOMENDACIONES	
DETALLE DEL MOVIMIENTO									
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO MOVIMIENTO		CONDICIONES DE OCURRENCIA		ÁREA DE OCURRENCIA		EFECTOS		RECOMENDACIONES	



NOTA: Este formulario es de uso exclusivo de la Autoridad Costarricense de Investigación y Registro de Tierras (COTI). Toda reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito de COTI puede dar lugar a acciones legales. Versión 1.0 (2011).

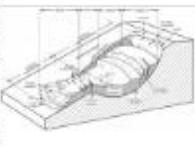
LOCALIZACION DEL DISEÑO

PROYECTO DE INTERVENCIÓN		COORDINADOR		SUPERVISOR		FOTOGRAFIA	
Nombre	Estado	Código	V. y F.	Nombre	Código		
Problema	Medio Ambiente	Asesor	Asesor	Asesor	Asesor		
Objetivo	Comunidad	Asesor	Asesor	Asesor	Asesor		
Ahorros	Comunidad	Asesor	Asesor	Asesor	Asesor		

INDICADORES DE RESULTADOS			INDICADORES DE PROCESO			INDICADORES DE RECURSOS			CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES			
Indicador	Valor	Unidad	Indicador	Valor	Unidad	Indicador	Valor	Unidad	Observaciones	Indicador	Valor	Unidad
Ejemplo: 1.1.1.1.1.1.1			Ejemplo: 1.1.1.1.1.1.1			Ejemplo: 1.1.1.1.1.1.1			Ejemplo: 1.1.1.1.1.1.1			

DESCRIPCIÓN DEL MONITORIO					
Nombre de Monitoreo	Objetivo	Indicador	Valor	Unidad	Observaciones

GENERAL	OPERATIVOS	OPERAZIONALE	OPERAZIONALE



NOTAS:

1. El presente monitoreo...

2. El presente monitoreo...

3. El presente monitoreo...

4. El presente monitoreo...

Anexo 4: PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RMR

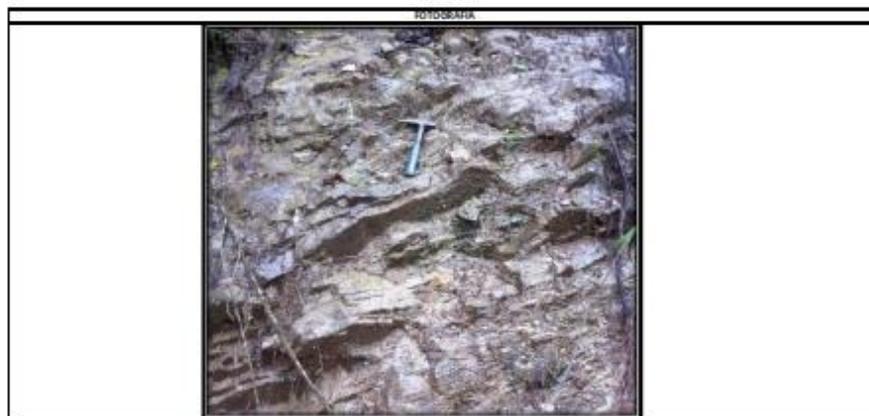
PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RMR DE BIENIAWSKI (1989)						FORMULARIO N° 1			
FECHA: 12 MAYO 2015			LITOLOGÍA: Anisita						
LUGAR: FUNDANTZA									
N° CLASIFICACIÓN DE LOS PARAMETROS Y SU EVALUACIÓN									
N°	PARAMETROS		RANGO DE PARAMETROS						
	Índice de esfuerzo de carga puntual (Meq)		> 10	4 ~ 10	2 ~ 4	1 ~ 2	Por ser un rango bajo, es preferible la prueba de compresión uniaxial		
1	Compresión uniaxial (Meq)		> 250	100 ~ 250	30 ~ 100	25 ~ 30	5 ~ 25	1 ~ 5	< 1
	Evaluación		10	12	7	4	2	1	0
2	RQD %		90 ~ 100	75 ~ 90	50 ~ 75	25 ~ 50	< 25		
	Evaluación		20	17	13	8	3		
3	Espaciamiento de discontinuidades		> 2m	0.8 ~ 2m	200 ~ 600mm	60 ~ 200mm	< 60mm		
	Evaluación		20	13	10	8	5		
4	Condición de las discontinuidades Ver I.		Superficies muy limpias. No continuas. Rocas no meteorizadas	Superficies ligeramente rugosas. Separación < 1mm. Paredes ligeramente alteradas	Superficies ligeramente rugosas. Separación < 1mm. Paredes altamente alteradas	Superficie deslizada. Relleno < 5mm. Separación de 1"3mm continua	Arcilla de falla con espesor < 5mm si separación continua > 5mm		
	Evaluación		30	25	20	10	0		
5	Agua Subterránea	Condiciones normales	Completamente seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Grave	Fugó		
	Evaluación (original, 1976)		15	12	7	4	0		

E) AJUSTE PARA ORIENTACIÓN DE DISCONTINUIDADES						
Orientación de rumbo y buzamiento de las discontinuidades		May favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	May desfavorable
Valores	Faludes	0	-5	-25	-50	-60

N° DETERMINACIÓN DE CLASE DE MASAS ROCOSAS FOTOFIANDO LOS VALORES						
Valor	100 ~ 80	80 ~ 60	60 ~ 40	40 ~ 20	< 20	
Clase N°	I	II	III	IV	V	
Descripción	Roca muy buena	Roca buena	Roca regular	Roca pobre	Roca muy pobre	

N° MEDIDAS DEL MASAS ROCOSAS						
CLASE N°	I	II	III	IV	V	
PROMEDIO DE TIEMPO ESTABLE	20 años para 25 metros	1 año para 10 metros	1 semana para 5 metros	20 horas para 2.5 metros	30 minutos para 1 metro	
COHESIÓN DE LA MASA ROCOSA (Kpa)	> 400	300 ~ 400	200 ~ 300	100 ~ 200	< 100	
ANGULO DE FRICCION (GRADOS)	> 45	35 ~ 45	25 ~ 35	15 ~ 25	< 15	

F) GUÍA PARA LA CLASIFICACIÓN DE DISCONTINUIDADES (condiciones)						
Longitud de la discontinuidad persistente	< 2m	1 ~ 5m	5 ~ 10m	10 ~ 20m	> 20m	
Valor	0	4	3	1	0	
Separación apertura	Ninguna	< 0.2mm	0.1 ~ 2mm	1 ~ 5mm	> 5mm	
Valor	0	5	4	3	2	
Rugosidad	May rugosa	Rugosa	Poca rugosa	Lisa	Españ de fricción	
Valor	5	3	2	1	0	
Relleno	Ninguno	Duro < 5mm	Duro < 5mm	Blando < 5mm	Blando > 5mm	
Valor	0	4	3	2	1	
Meteorización	No meteorizado	Ligeramente meteorizado	Moderadamente meteorizado	Altamente meteorizado	Descompuesto	
Valor	0	3	2	1	0	



PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RMR DE BIENIAWSKI (1989)

FORMULARIO N° 2

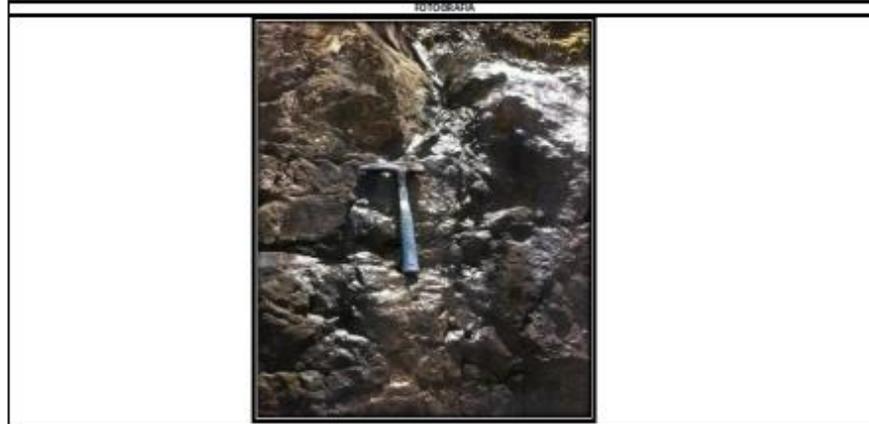
FECHA: 12 MAYO 2015		LITOLOGÍA: Caliza				
LUGAR: FUNDANTZA						
A. CLASIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS Y SU EVALUACIÓN						
N°	PARÁMETROS	RANGO DE PARÁMETROS				
		> 10	4 ~ 10	2 ~ 4	1 ~ 2	Por un rango bajo, es preferible la prueba de compresión uniaxial
1	Índice de esfuerzo de ruptura de carga puntual (Mpa)	> 250	100 ~ 250	30 ~ 100	25 ~ 30	5 ~ 25
	Compresión uniaxial (Mpa)	> 250	100 ~ 250	30 ~ 100	25 ~ 30	5 ~ 25
2	Evaluación	10	12	7	4	2
	EQD %	90 ~ 100	75 ~ 80	50 ~ 75	25 ~ 30	< 25
3	Evaluación	20	17	13	8	3
	Espaciamiento de discontinuidades	> 2m	0.8 ~ 2m	200 ~ 600mm	80 ~ 200mm	< 80mm
4	Evaluación	20	13	10	8	5
	Condición de las discontinuidades Ver E.	Superficies muy limpias. No continuas. Rocas no meteorizadas	Superficies ligeramente rugosas. Separación < 1mm. Ruedas ligeramente alteradas	superficies ligeramente rugosas. Separación < 1mm. Ruedas altamente alteradas	Superficie bastante. Relleno < 5mm. Separación de 1-5mm continua	Arrolla de folla con espesor < 5mm ó separación continua > 5mm.
5	Evaluación	30	25	20	10	0
	Agua Subterránea	Completamente seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Grave	Flujo
6	Evaluación (original, 1976)	10	10	7	4	0

B. AJUSTE PARA DETERMINACIÓN DE DISCONTINUIDADES						
Orientación de rumbo y buzamiento de las discontinuidades		Mayor favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Mayor desfavorable
Valores	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

C. DETERMINACIÓN DE CLASE DE MACIZO ROCOSO TOTALIZANDO LOS VALORES						
Valor	100 ~ 81	80 ~ 61	60 ~ 41	40 ~ 21	> 20	
Clase R	1	2	3	4	5	
Descripción	Roca muy buena	Roca buena	Roca regular	Roca pobre	Roca muy pobre	

D. MEDIDA DEL MACIZO ROCOSO						
CLASE R	1	2	3	4	5	
PERÍMETRO DE RUMBO ESTABLE	20 años para 15 metros	1 año para 10 metros	1 semana para 5 metros	20 horas para 2.5 metros	30 minutos para 1 metro	
COHESIÓN DE LA MASA ROCOSA (kpa)	> 400	300 ~ 400	200 ~ 300	100 ~ 200	< 100	
ÁNGULO DE FRICCIÓN (GRADOS)	> 45	35 ~ 45	25 ~ 35	15 ~ 25	< 15	

E. TABLA PARA LA CLASIFICACIÓN DE DISCONTINUIDADES (condiciones)						
Longitud de la discontinuidad persistente	< 1m	1 ~ 3m	3 ~ 10m	10 ~ 20m	> 20m	
Valor	0	1	2	3	4	
Separación aparente	Ninguna	< 0.3mm	0.1 ~ 3mm	1 ~ 5mm	> 5mm	
Valor	0	1	2	3	4	
Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Roca buena	Lisa	Espejo de Fricción	
Valor	0	1	2	3	4	
Relleno	Ninguno	Duro < 5mm	Duro > 5mm	Blando < 5mm	Blando > 5mm	
Valor	0	1	2	3	4	
Meteorización	No meteorizado	Ligeramente meteorizado	Moderadamente meteorizado	Altamente meteorizado	Descompuesto	
Valor	0	1	2	3	4	



Anexo 5: MAPAS TEMATICOS.

1. MAPA TOPOGRÁFICO DEL ÁREA.

MAPA TOPOGRÁFICO DE YUNGANTZA

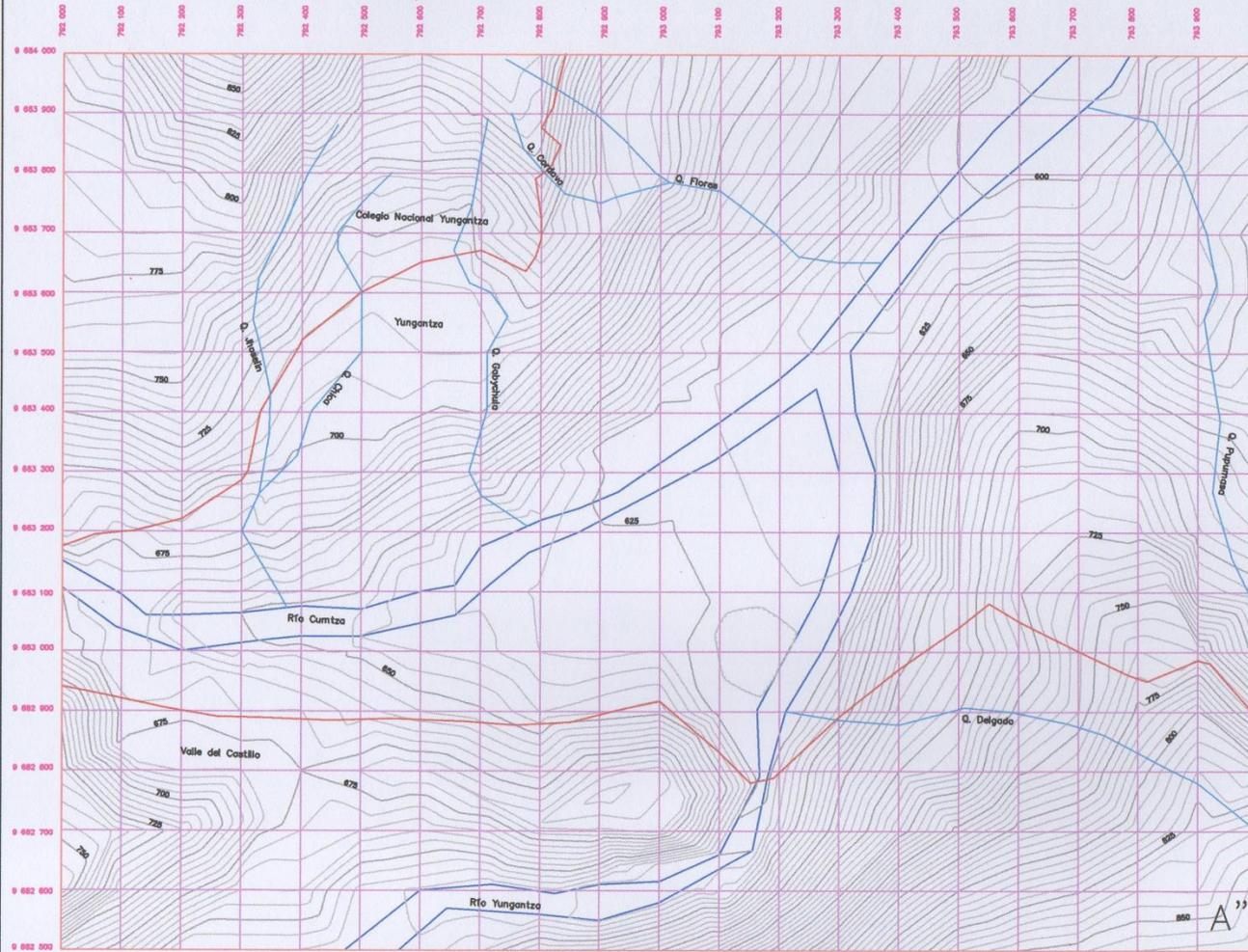
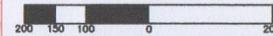


LEYENDA

- VÍA
- RIO
- QUEBRADA

ESCALA: 1:3000

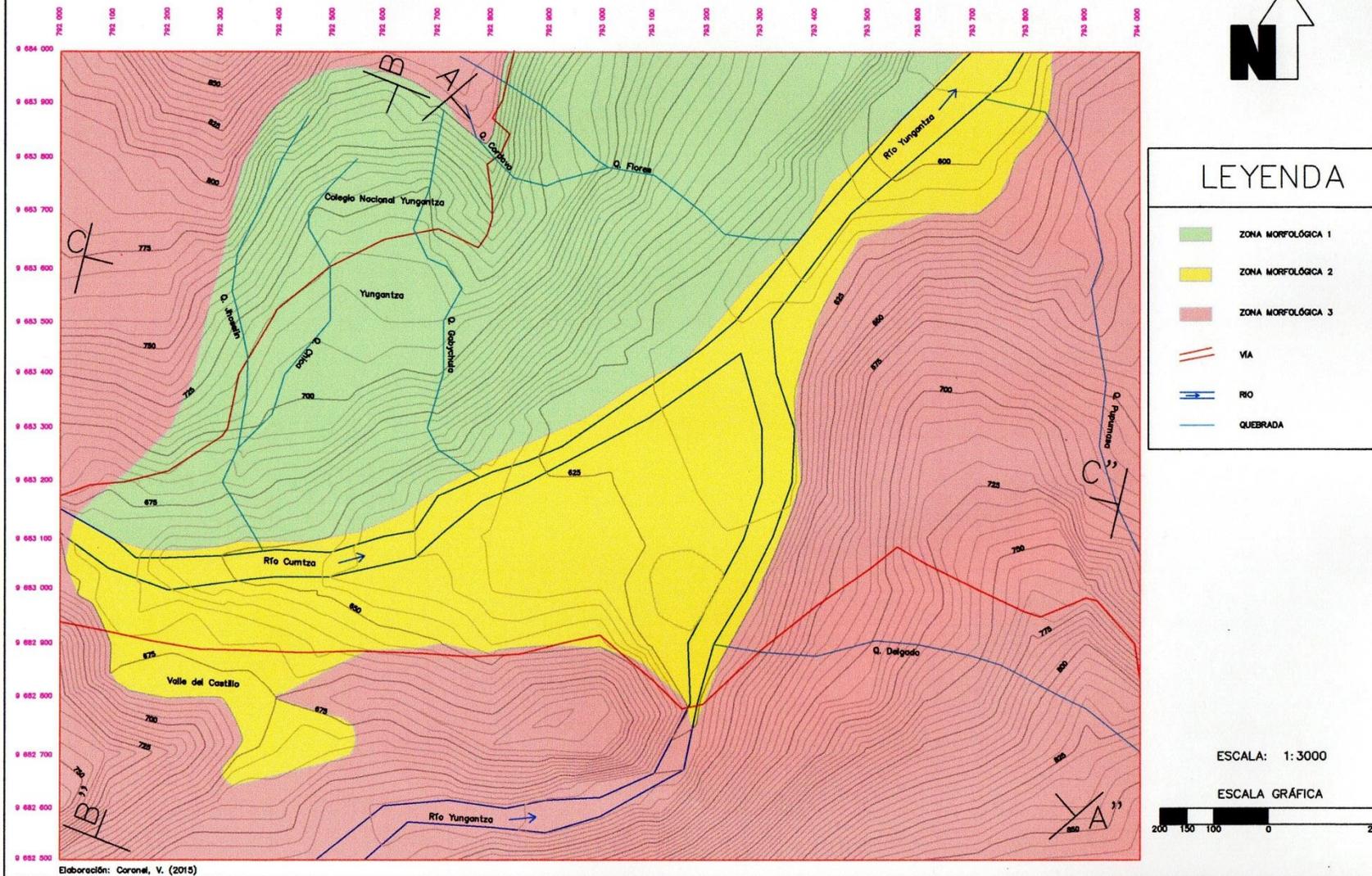
ESCALA GRÁFICA



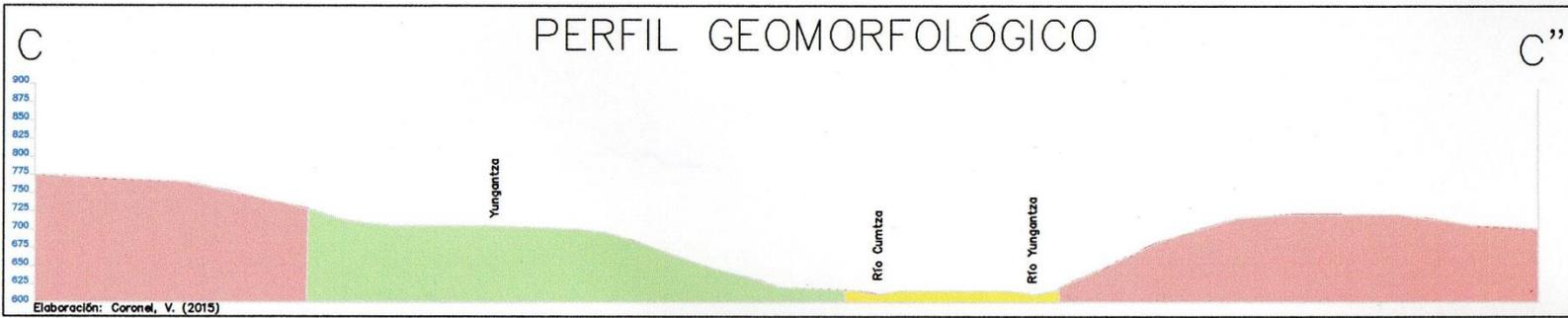
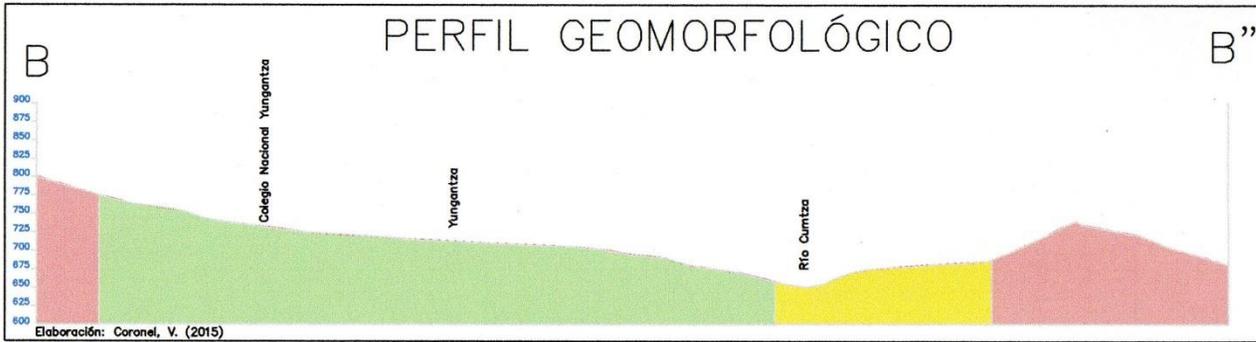
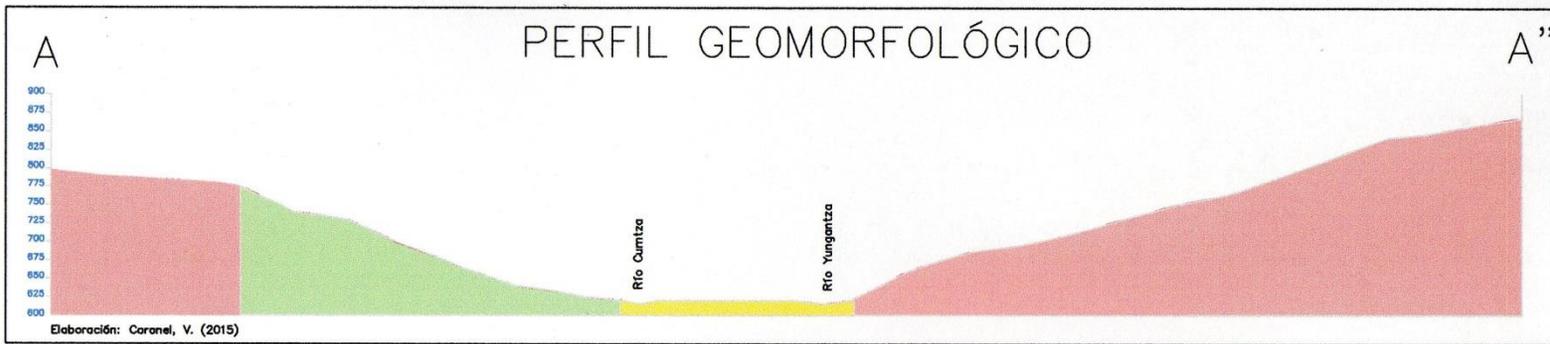
Elaboración: Coronel, V. (2015)

2. MAPA GEOMORFOLÓGICO.

MAPA GEOMORFOLÓGICO DE YUNGANTZA

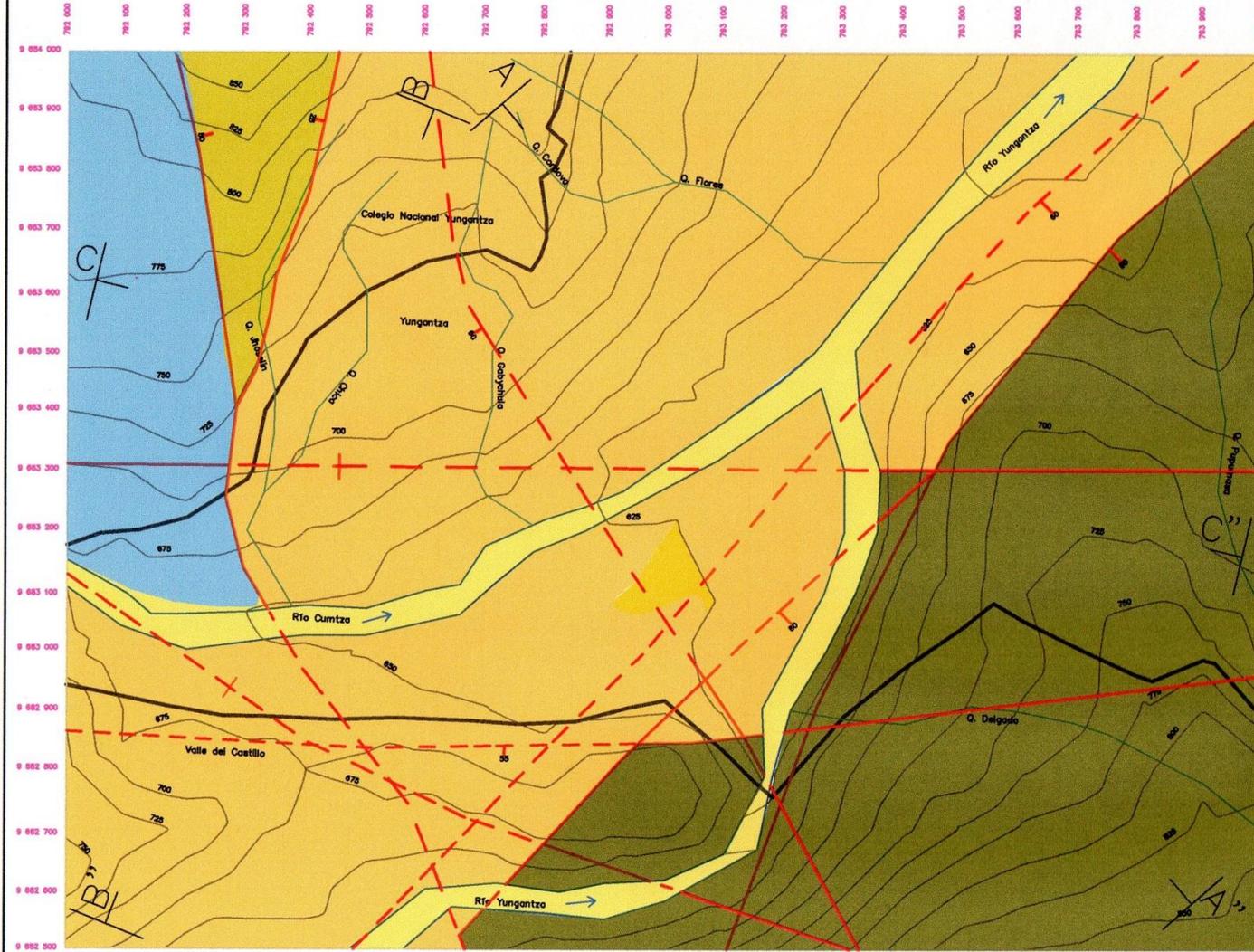


3. PERFILES GEOMORFOLÓGICOS.



4. MAPA GEOLÓGICO LOCAL.

MAPA GEOLÓGICO DE YUNGANTZA

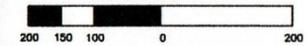


LEYENDA

- ALUVIAL / COLLUVIAL
- FM. MESA
- FM. NAPO
- FM. HOLLIN
- FM. CHAPIZA
- FALLA
- FALLA CUBIERTA
- VÍA
- RÍO
- QUEBRADA

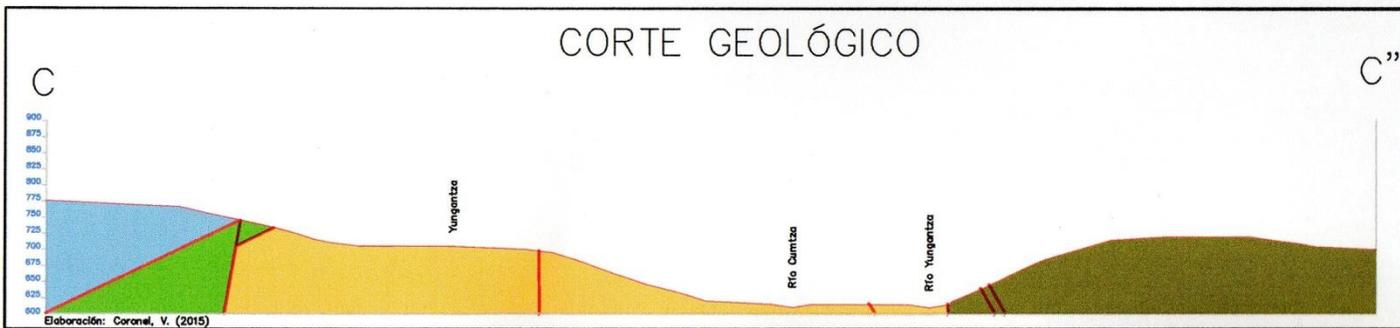
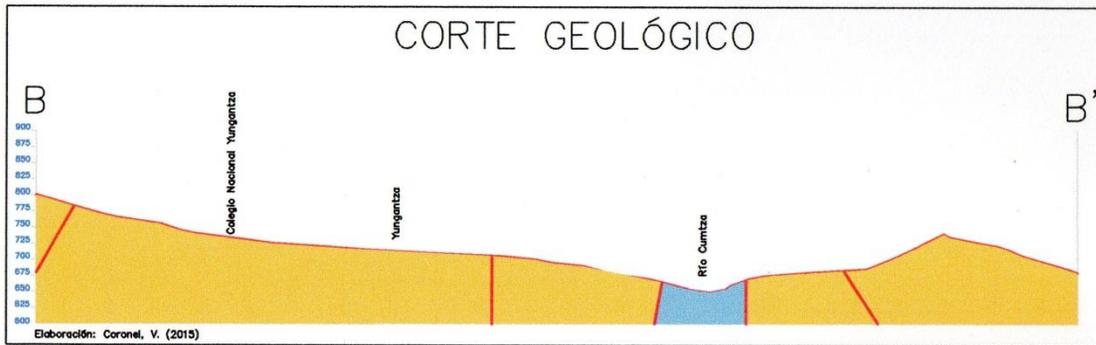
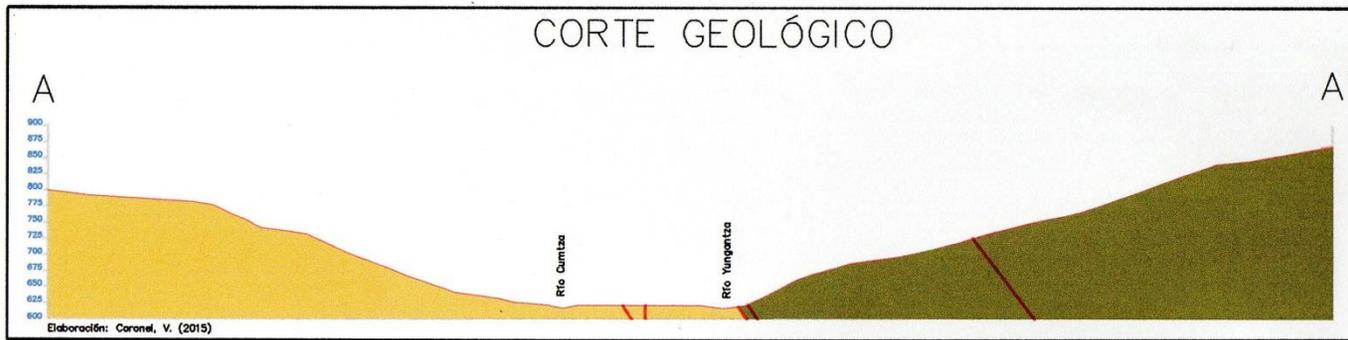
ESCALA: 1:3000

ESCALA GRÁFICA



Elaboración: Coronel, V. (2015)

5. CORTES GEOLÓGICOS.



6. MAPA DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO.

MAPA DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO DE YUNGANTZA

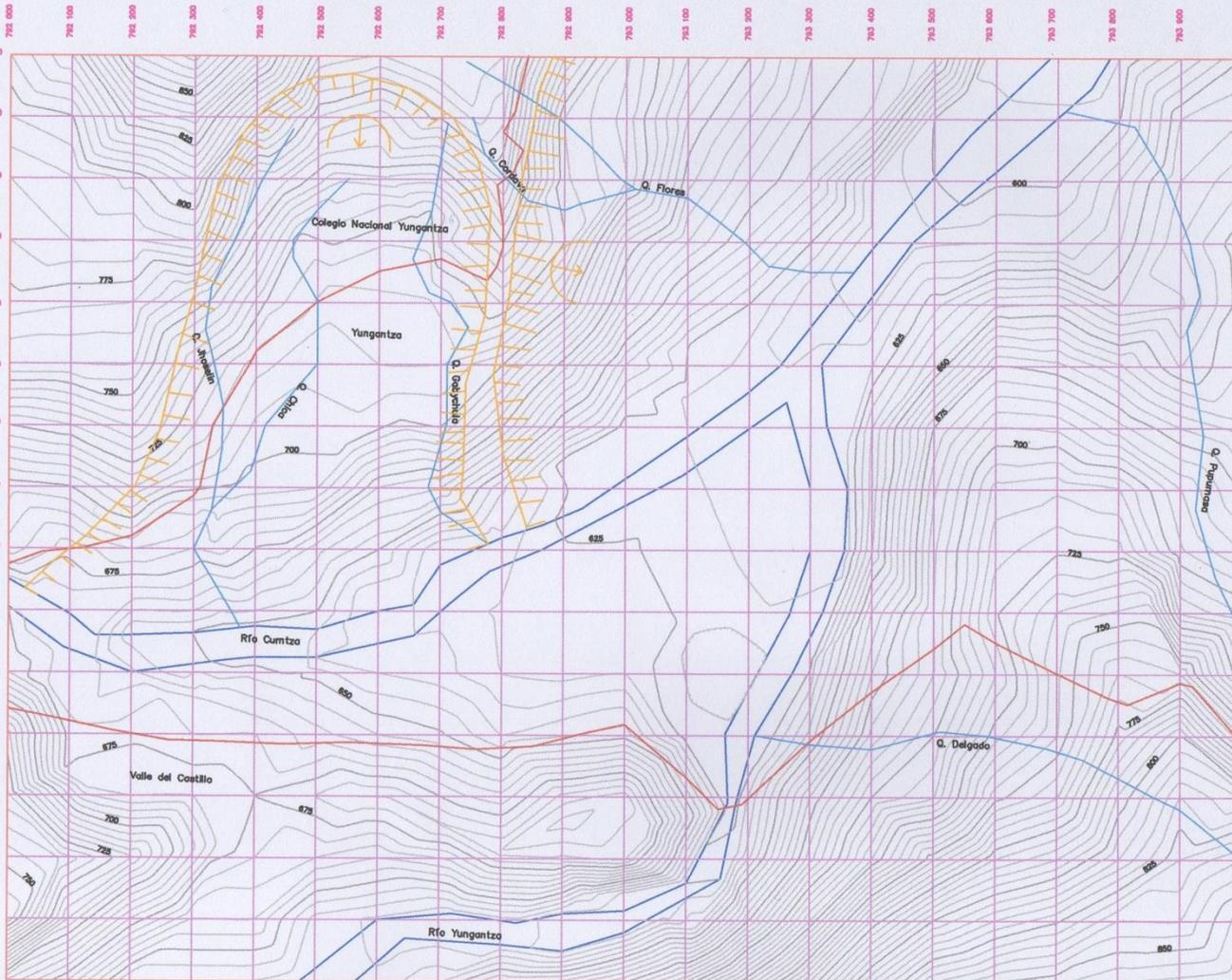
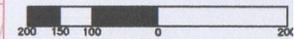


LEYENDA

-  ESCARPE DESLIZAMIENTO
-  VÍA
-  RÍO
-  QUEBRADA

ESCALA: 1:3000

ESCALA GRÁFICA



Elaboración: Coronel, V. (2015)