UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"DETERMINACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR NORTE DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN GONZANAMÁ"

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO EN:

GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

AUTORES:

- BRAVO MEJÍA PABLO JAVIER
- GONZÁLEZ SISALIMA FERMÍN ALEXANDER

DIRECTOR:

ING. JORGE MICHAEL VALAREZO RIOFRÍO

LOJA-ECUADOR

2009

DETERMINACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR NORTE DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN GONZANAMÁ

ING.

JORGE MICHAEL VALAREZO RIOFRÍO

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que el presente trabajo ha sido realizado bajo mi dirección y asesoría; por lo que, luego de haber revisado los borradores y cumplidas las sugerencias y observaciones necesarias, autorizo su presentación.

Loja, Marzo del 2009

Ing. Jorge Michael Valarezo Riofrío

DIRECTOR

La originalidad de la investigación, tratamiento de la información, diseños y rediseños, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones, así como la metodología de la programación contemplada en la presente tesis de grado: "**DETERMINACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR NORTE DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN GONZANAMÁ**", son de exclusiva responsabilidad de los autores.

……	……
Bravo Mejía Pablo Javier	González Sisalima Fermín Alexander

Nuestros más sinceros reconocimientos a las autoridades, personal docente y administrativo de nuestra alma mater por haber concedido la oportunidad de plasmar nuestros anhelos de superación y tener la posibilidad de servir a la sociedad.

Muy particularmente al Ing. Michael Valarezo en calidad de director de Tesis, el cual ha sabido brindarnos sus conocimientos científicos, para que el presente trabajo tenga los resultados positivos propuestos.

A los Ingenieros, por brindarnos su colaboración y asesoramiento para el desarrollo del presente proyecto.

Los Autores

DEDICATORIA

A Dios y mi madre con todo mi corazón por ser el pilar fundamental en mi vida que; me ayudado para llegar a donde me encuentro, a mi hermano Eleazar por darme una virtud de persistencia para alcanzar las metas propuestas. También a mis tíos: Fausto, Aníbal y Judit; a mis primos y de igual manera a Patricio Romero; y todas las personas que me han ayudado para lograr esta meta planteada en la vida.

Alexander

Doy gracias a DIOS, por darme el regalo tan preciado que es la vida y permitirme así llegar a cumplir cada una de mis metas planteadas; a mi madre querida por enseñarme a vivir ya que sin su apoyo y comprensión no sería posible llegar a las instancias en las que me encuentro, a mis hermanos del alma por ser el pilar fundamental de sabiduría; a mi familia, amigos y compañeros por permitirme ser parte de sus vidas.

Pablo

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO **PÁG.**

1. INTRODUCCIÓN 1
Objetivo General 2
Objetivos Específicos 2
2. REVISIÓN DE LITERATURA 4
2.1. Movimiento en Masa 4
2.1.1. Deslizamientos 4
2.1.1.1. Los Deslizamientos y su Clasificación 6
2.1.1.1.1. Caída 6
2.1.1.1.2. Volcamiento 6
2.1.1.1.3. Flujos de Tierra 7
2.1.1.1.4. Flujos de Lodo 7
2.1.1.1.5. Reptación 7
2.1.2. Solifluxión 7
2.1.2.1. La Solifluxión Generalizada 8
2.1.2.1.1. La Solifluxión Laminar 8
2.1.2.1.2. La Solifluxión Subcutánea 8
2.1.2.1.3. La Solifluxión en Terracillas 8
2.1.2.2. La Solifluxión Localizada 9
2.1.2.2.1. El Nicho de Solifluxión 9
2.1.2.2.2. La Colada de Solifluxión 9
2.1.2.2.3. Los Caballones o Lóbulos de Solifluxión 9
2.2. Susceptibilidad 10
2.3. Análisis de Susceptibilidad 11
2.4. Bases sobre la información requerida para el análisis de deslizamientos 12
2.4.1. Susceptibilidad de Deslizamientos 12
2.5. Descripción General del Área de Estudio 14
2.5.1. Accesos 14
2.5.2. Ubicación administrativa 15

2.5.3. Localización Geográfica ……... 16
2.5.4. Clima e Hidrología …… 20
2.5.4.1. Clima ……... 20
2.5.4.2. Hidrología …… 21
2.5.5. Topografía ……... 22
2.5.6. Geomorfología …… 23
2.5.7. Geología Regional …… 25
2.5.8. Geología Estructural …… 32
2.5.9. Suelos …….. 35
2.5.9.1. Uso Actual del suelo …….. 35
2.5.9.2. Uso Potencial del Suelo …… 38
2.5.10. Capacidad Productiva de la Tierra y Pendientes ... 42
2.5.10.1. Capacidad Productiva de la Tierra …….. 42
2.5.10.2. Pendientes …….. 46
2.5.11. Área de Extracción Minera …… 47
2.5.12. Bosque Protectores y Áreas de Interés Ambiental.. 48
2.5.13. Áreas de Patrimonio Arqueológico …….. 48
3. MATERIALES Y MÉTODOS ……... 49
3.1. Introducción ……... 49
3.1.1. Trabajos de Campo ……... 50
3.1.2. Trabajos de Gabinete …… 50
3.2. Bases para la obtención de Datos …… 52
3.2.1. Metodología utilizada para el Inventario de Deslizamientos52
3.2.2. Metodología utilizada para topografía y pendientes …… 52
3.2.2.1. Topografía ……... 52
3.2.2.2. Pendientes …….. 55
3.2.3. Metodología utilizada para obtención de geología local y puntual …… 57
3.2.4. Metodología para el Análisis y Cálculo de Susceptibilidad a Movimientos en Masa ……... 58
3.2.4.1. Reclasificación de los Campos de la tabla de datos alfanuméricos …… 58

3.2.4.2. Índice de Susceptibilidad 59
3.2.4.3. Asignación de pesos relativos 60
3.2.4.4. Elaboración de la matriz de tabulación 60
3.2.4.5. Definición de rangos de susceptibilidad 61
4. RESULTADOS 62
4.1. Inventario de deslizamientos 62
4.2. Geología Local y Puntual 67
4.3. Muestreo de Rocas y Suelo 79
4.3.1. Resultados 80
4.4. Datos Referidos a los Escenarios de Precipitación 81
4.5. Tipos de Cobertura 81
4.6. Resultados 82
4.6.1. Isoyetas 82
4.6.2. Isotermas 84
4.6.3. Cobertura Vegetal 86
4.7. Condiciones Antrópicas del Sector 90
4.7.1. Condiciones socio-económicas del sector 91
4.7.1.1. Población 91
4.7.1.2. Composición Demográfica 92
4.7.2. Condiciones de Vulnerabilidad 95
4.7.3. Infraestructuras Lineales 96
4.8. Análisis de Factores Condicionantes 96
4.9. Análisis de factores Desencadenantes 98
4.10. Zonificación de Susceptibilidad a Movimientos en Masa.. 100
4.10.1. Análisis de Susceptibilidad a Movimientos en Masa 102
4.11. Medidas de Prevención-Elusión y Control 104
4.11.1. Prevención 104
4.11.2. Elusión 106
4.11.3. Control 107
5. DISCUSIÓN 114
6. CONCLUSIONES 118

7. RECOMENDACIONES ……. 121

8. BIBLIOGRAFÍA …….. 122

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA **PÁG.**

Tabla 1. Criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos 14

Tabla 2.Clasificación utilizada para elaborar el Mapa de Pendientes Del Cantón Gonzanamá (Suarez; Zonificación de Amenaza Y Riesgo) 47

Tabla 3. Clasificación utilizada para elaborar el Mapa de Pendientes Del Área de Estudio (Suarez; Zonificación de Amenaza Y Riesgo) 57

Tabla 4. Definición del grado de susceptibilidad (Suarez; Zonificación de Amenaza y Riesgo) 61

Tabla 5. Precipitación Mensual (mm); Estación Gonzanamá (M149); Periodo 1980-2007 83

Tabla 6. Velocidad del Viento Media de 24 horas (m/s), Estación Gonzanamá (M149); Periodo 1980-2007 84

Tabla 7. Temperatura Media Mensual (GC); Estación Gonzanamá (M149); Periodo 1980-2007 85

Tabla 8. Población del Cantón Gonzanamá 92

Tabla 9. Distribución de la Población del Cantón Gonzanamá 92

Tabla 10. PEA mayores a 5 años por sexo 93

Tabla 11.PEA según grupos ocupacionales 94

Tabla 12.Población de 5 años y más, por sexo y áreas por niveles de instrucción 95

Tabla 13.Métodos de Prevención de Riesgos o Amenazas a Movimientos en Masa, propuestos para el Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá 105

Tabla 14. Métodos de Elusión de Amenazas a Movimientos en Masa, propuestos para el sector de estudio 106

Tabla 15. Especificaciones Técnicas de Tubería PVC Corrugada 108

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO **PÁG.**

Gráfico1. Relación Pendiente-Área ocupada (Cantón Gonzanamá) … 47

Gráfico2. Relación Pendiente-Área ocupada (Área de Estudio) …… 57

Gráfico3. Precipitación Mensual (mm); Estación Gonzanamá (M149); Periodo 1980-2007 …… 83

Gráfico4. Velocidad del Viento Media de 24 horas (m/s), Estación Gonzanamá (M149); Periodo 1980-2007 …….. 84

Gráfico5. Temperatura Media Mensual (GC); Estación Gonzanamá (M149); Periodo 1980-2007 …… 85

Gráfico6. Pirámide de Población …… 91

Gráfico7. PEA según categoría de ocupación …….. 94

Gráfico8. Tasa de Analfabetismo, por sexo y áreas. Censo 2001 ……. 95

Gráfico9. Especificaciones técnicas de tubería PVC Corrugada …… 108

Gráfico10. Especificaciones técnicas de Drenaje de Corona …….. 109

Gráfico11. Especificaciones técnicas de Drenaje Interno …… 109

Gráfico12. Distribución de Drenes en Movimiento de Reptación …… 110

Gráfico13. Distribución de Drenes en Movimiento de Masa Nro2 …… 111

Gráfico14. Diseño de Muro de Contención …… 112

Gráfico15. Distribución de Muro de Contención …… 113

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA **PÁG.**

FIG.1. División Político-Administrativa del Cantón Gonzanamá 16

FIG.2. Localización Geográfica del Cantón Gonzanamá 17

FIG.3. Límite Urbano del Cantón Gonzanamá 20

FIG.4. Perfil Litológico de Calicata 70

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA **PÁG.**

FOT.1. Levantamiento Topográfico a Detalle del Área de Estudio ….. 53

FOT.2. Movimiento de Reptación al Suroeste del Área de Estudio ….. 62

FOT.3. Deslizamiento de Tierra en la parte central del área de estudio.. 64

FOT.4. Deslizamiento de Tierra en la Vía a Loja ……. 66

FOT.5. Afloramiento de Estratos de Limolitas y Lutitas …….. 68

FOT.6. Calicata construida en terreno arcilloso …….. 69

FOT.7. Afloramiento de Roca a lo largo de la vía que conduce a Purunuma …… 71

FOT.8. Afloramiento de estratos de Limo y Lutitas a lo largo de la vía Que conduce a Purunuma …….. 71

FOT.9. Afloramiento de Roca a lo largo de la vía que conduce a “La Banda” …… 73

FOT.10. Afloramiento de Suelo cerca a la vía a Cariamanga …….. 74

FOT.11. Afloramiento 4 …… 75

FOT.12. Afloramiento 5 …… 76

FOT.13. Afloramiento 6 …… 77

FOT.14. Calicata construida cerca del Movimiento de Masa 2 ……. 78

FOT.15. Afloramiento a lo largo de la Via que conduce a la Ciudad de Loja ……... 79

FOT.16. Vista Panorámica de la Ciudad de Gonzanamá …….. 86

FOT.17. Bosque Denso en el sector de estudio …….. 87

FOT.18. Complejo Bosque semi denso-pastizal ……. 87

FOT.19. Cultivos de Maíz …… 88

FOT.20. Complejo Matorrales-Pastizales-Cultivos-Bosque Abierto Zona Habitada …….. 89

FOT.21. Pastizales ……... 89

FOT.22. Complejo Pastizal-Matorrales-Bosque Ralo Abierto-Zona Habitada …….. 90

FOT.23. Calle 24 de Mayo de la Ciudad de Gonzanamá …….. 96

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO **PÁG.**

Anexo 1. Fichas para Inventario de Deslizamientos 125

Anexo 2. Tabla: Puntos de Estación 126

Anexo 3. Tabla: Códigos utilizados en el Levantamiento Topográfico... 128

Anexo 4. Tabla: Capas creadas en AutoCad 129

Anexo 5. Fichas Técnicas para descripción de Afloramientos 130

Anexo 6. Resultado de Muestras de Suelo y Agua 131

Anexo 7. Rubros y cronograma de actividades a realizarse para el muro de contención 132

Anexo 8. Perfil del Movimiento Nro1 133

Anexo 9. Perfil del Movimiento Nro2 134

Anexo 10. Perfil del Movimiento Nro3 135

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA **PÁG.**

Mapa1. Delimitación del Área de Estudio 137

Mapa2. Mapa Base del Cantón Gonzanamá-Provincia de Loja 138

Mapa3. Mapa Base del Área de Estudio 139

Mapa4. Mapa Geomorfológico del Cantón Gonzanamá 140

Mapa5. Mapa Geomorfológico del Área de Estudio 141

Mapa6. Mapa Geológico del Cantón Gonzanamá 142

Mapa7. Mapa Geológico del Área de Estudio 143

Mapa 7A. Cortes Geológicos del Área de Estudio 144

Mapa8. Mapa de Isoyetas del Cantón Gonzanamá 145

Mapa9. Mapa de Isotermas del Cantón Gonzanamá 146

Mapa10. Mapa de Meses secos del Cantón Gonzanamá 147

Mapa11. Mapa Hidrográfico del Cantón Gonzanamá 148

Mapa12. Mapa de Uso Actual del Suelo del Cantón Gonzanamá..... 149

Mapa13. Mapa de Uso Potencial del Suelo del Cantón Gonzanamá.... 150

Mapa14. Mapa Edafológico del Cantón Gonzanamá 151

Mapa15. Mapa de Pendientes del Cantón Gonzanamá 152

Mapa16. Mapa de Bosques Protectores del Cantón Gonzanamá..... 153

Mapa17. Mapa de Inventario de Deslizamientos el Área de Estudio... 154

Mapa18. Mapa de Pendientes del Área de Estudio 155

Mapa19. Mapa de Muestreo de Agua, Rocas y Suelos en el Área de Estudio …….. 156

Mapa20. Mapa de Suelos del Área de Estudio …….. 157

Mapa21. Mapa de Vegetación del Área de Estudio …….. 158

Mapa22. Mapa de Isoyetas del Área de Estudio …… 159

Mapa23. Mapa de Isotermas del Área de Estudio ……. 160

Mapa24. Mapa de Zonas Susceptibles a Movimientos en Masa del Área de Estudio …… 161

Resumen Ejecutivo

La presente investigación, enfoca la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a la determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa en el sector Norte del área urbana del cantón Gonzanamá. Con esta perspectiva se ha llevado a cabo la evaluación de la susceptibilidad en base a un sistema teórico, el cual consiste en evaluar cuantitativamente el mayor número de factores condicionantes del terreno los cuales influyen directamente en la aparición de Movimientos en Masa.

Se ha tomado como punto de partida información digital topográfica del sector de estudio con escala a detalle (1:1000); en base a esta información y con la ayuda de trabajos de campo se ha obtenido mapas temáticos de: geología, pendientes, tipo de suelo, precipitaciones, vegetación e inventario de deslizamientos.

Cada variable que constituye cada uno de estos mapas temáticos, ha sido valorada en base a la capacidad que tiene cada una de ellas para ser propensas a los movimientos en masa. Con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica, se trataron en forma digital cada una de las variables analizadas para superponer los mapas temáticos y obtener el mapa donde se muestran las zonas de susceptibilidad a movimientos en masa.

Esta información obtenida, tanto en forma digital como en forma análoga servirá de base y punto de partida para la implementación de un correcto Ordenamiento Territorial con miras a un Desarrollo Sustentable del sector norte del área urbana del cantón Gonzanamá, facilitando así la toma de decisiones y el adecuado manejo de los recursos tanto humanos, como ambientales y económicos.

Abstract

The present investigation, focuses the use of the Systems of Geographical Information (SIG) to the determination of susceptible areas to mass movements in the North sector of the urban area of the canton Gonzanamá. With this perspective it has been carried out the evaluation of the susceptibility based on a theoretical system, which consists on evaluating the biggest number in conditioning factors of the land quantitatively which influence directly in the appearance of mass Movements.

He/she has taken as starting point topographical digital information of the study sector with scale to detail (1:1000); based on this information and with the help of field works it has been obtained thematic maps of: geology, slopes, floor type, precipitations, vegetation and inventory of slips.

Each variable that constitutes each one of these thematic maps, has been valued based on the capacity that has each one of them to be prone to the mass movements. With the help of the Systems of Geographical Information, they were in digital form each one of the variables analyzed to superimpose the thematic maps and to obtain the map where the areas of susceptibility are shown to mass movements.

This obtained information, as much in digital form as in similar form will serve as base and starting point for the implementation of a correct Territorial Classification with an eye toward a Sustainable Development of the north sector of the urban area of the canton Gonzanamá, facilitating this way so much the taking of decisions and the appropriate handling of the resources human, as environmental and economic.

Antecedentes

El Cantón Gonzanamá se encuentra ubicado dentro de la Provincia de Loja a 75 Km de la capital provincial, en el hemisferio Sur-Oriental. Limita al Norte con el Cantón Catamayo, al Sur con Quilanga, al Este con los cantones Loja y Catamayo, y al Oeste con los cantones Calvas y Paltas. Cuenta con una población de 14.987 habitantes, posee una temperatura promedio de 18 grados centígrados y con una extensión territorial de 1104 Km^2 aproximadamente y una altitud de la ciudad de Gonzanamá de 1980 msnm.

En el escenario geográfico cantonal desarrollan su vida cotidiana 14.987 habitantes, distribuidos así: 1539 viven en el sector urbano de ellos 715 son hombres y 824 mujeres. En el sector rural residen 13448. De ellos 6848 son hombres y 6600 mujeres, esto de acuerdo al VI Censo de Población y V de Vivienda, realizado el 25 de noviembre del 2001 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Fue creado por el decreto de creación el 27 de Septiembre de 1943, publicado el 30 de Septiembre del mismo año, en la presidencia del Dr. Carlos A. Arroyo del Río.

El área de estudio comprende el Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá, dentro de la cual no existen estudios previos de Ordenamiento Territorial que ayuden a la toma de decisiones y a un correcto crecimiento urbanístico de la cuidad. En el año 2000 se elaboró el Plan de Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Gonzanamá, en el cual se establecieron los límites urbanos y el posible crecimiento de la ciudad, tomando en cuenta criterios netamente arquitectónicos; en donde el mayor desarrollo urbanístico se extiende hacia el sector Norte de la ciudad.

Es por esto que se ha delimitado el tema de estudio hacia el sector Norte del Área Urbana del cantón Gonzanamá; por lo que es concerniente realizar este tipo de trabajos con la finalidad de establecer líneas bases de crecimiento urbanístico que estén destinadas a ayudar a la toma de decisiones y al Desarrollo Sustentable de la población.

1. INTRODUCCIÓN

El Ordenamiento Territorial se ha constituido como una importante herramienta de crecimiento urbano destinado al Desarrollo Sustentable, por lo que en la actualidad las diversas instituciones están modificando sus cronogramas de trabajo teniendo como base el Ordenamiento Territorial.

La determinación de Zonas Susceptibles a Movimientos en Masa es uno de los primeros pasos para la Zonificación de Riesgos y para el establecimiento del Ordenamiento Territorial. En el Área Urbana del Cantón Gonzanamá, específicamente en su sector Norte existe la presencia de tres movimientos en masa los cuales afectan directamente en los planes de crecimiento urbanístico de la ciudad, produciendo la inversión innecesaria o la sobre valoración de posibles obras de construcción civil; por lo que las pérdidas económicas serían considerables.

El crecimiento urbano es el motivo principal por el cual se debería aplicar el Ordenamiento Territorial, por lo que hay que tomar en cuenta que el Cantón Gonzanamá tiene proyectado el crecimiento urbanístico especialmente hacia el sector Norte y por consiguiente existe la pertinencia de establecer líneas bases sobre las cuales se tomen decisiones ayudando a encaminar a la población hacia el Desarrollo Sustentable.

El presente trabajo se constituye como uno de los pilares fundamentales para el establecimiento de líneas bases encaminadas al Ordenamiento Territorial del Sector Norte del Área Urbana del Cantón

Gonzanamá; con lo cual se hará posible un correcto crecimiento urbano enfocado al Desarrollo Sustentable. Engloba los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Determinar Zonas Susceptibles a Movimientos en Masa en el sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá, Provincia de Loja-Ecuador.

Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico, geológico y de vegetación a detalle, escala 1:1000 del sector Norte del área urbana del cantón Gonzanamá.
- Identificar los deslizamientos presentes en el sector Norte del área urbana del Cantón Gonzanamá.
- Obtener el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en el sector Norte del área urbana del cantón Gonzanamá.
- Obtener información base que sirva de sustento para desarrollar el Ordenamiento Territorial en el Cantón Gonzanamá, facilitando la toma de decisiones con respecto a la aplicación de proyectos de construcción de obras civiles.

El crecimiento desordenado de la sociedad se ha convertido en un problema latente y relevante, lo cual ha impulsado a buscar métodos encaminados a dar solución a este problema y sobre todo a lograr un “Desarrollo Sustentable”.

El presente proyecto permitirá implantar una base teórica y técnica para el desarrollo del Ordenamiento Territorial del Cantón Gonzanamá, así como también servirá para la realización de planes de manejo urbano, los cuales servirán para facilitar la toma de

decisiones encaminadas al bienestar de la población y con visión en el Desarrollo Sustentable de los pueblos.

Así mismo está encaminado a plantear soluciones al problema de los movimientos en masa y las consecuencias que trae consigo este fenómeno geológico (daños materiales, ambientales y al ser humano); el cual se presenta en la naturaleza y no respeta frontera alguna y mucho menos distingue condición social.

La estrategia de ejecución propuesta para la ejecución de este proyecto fue el de proponerlo ante los directivos de la Universidad Nacional de Loja para luego posteriormente presentarlo ante las autoridades del cantón Gonzanamá, obteniendo la aprobación por parte de los mismos para la ejecución e implementación del proyecto en cuestión.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Movimientos en Masa

Son movimientos en masa aquellos que desplazan grandes volúmenes de material a lo largo de las pendientes. Se agrupan en dos modalidades: los deslizamientos y la solifluxión. Este fenómeno necesita de un agente externo que lo ponga en marcha: el agua.

2.1.1. Deslizamientos

Los deslizamientos consisten en un descenso masivo y relativamente rápido, a veces de carácter catastrófico, de materiales, a lo largo de una pendiente. Es el movimiento, hacia abajo de una ladera, de una masa de suelo o roca el cual ocurre principalmente sobre una superficie de ruptura o falla (debilidad del terreno) y se puede presentar de dos formas:

- **Deslizamiento Rotacional:** Los desplazamientos ocurren o tienen lugar a lo largo de una superficie de ruptura de forma curva o cóncava.
- **Deslizamiento Traslacional:** Consiste en el desplazamiento de una masa a lo largo de una superficie de ruptura de forma plana u ondulada.[1]

El material se mueve como una masa única, no como varios elementos que se mueven a la vez. El deslizamiento se efectúa a lo largo de una superficie de deslizamiento, o plano de cizalla, que facilita la acción de la gravedad. Esta

[1] LIMA DE MONTES; Generación de mapas de susceptibilidad y riesgo a los deslizamientos mediante un SIG aplicado a la zona central de Asturias.

superficie se crea por la absorción de agua a una profundidad determinada, lo que implica un cambio de densidad de la capa subyacente que es lo que provoca la existencia de un plano de deslizamiento. Afecta tanto a tierras poco compactas como a rocas.

Los deslizamientos de tierra afectan a material meteorizado y poco compacto, que carece de debilidades estructurales. La superficie de deslizamiento aparece sobre un basamento arcilloso saturado de agua. Esta superficie de deslizamiento se crea a lo largo de períodos dilatados de tiempo, el suficiente como para que una determinada capa arcillosa absorba el agua necesaria para permitir el deslizamiento del material superior. Son capas arcillosas las que, generalmente, funcionan como superficies de deslizamiento, por su capacidad para retener el agua.

Dependiendo de la profundidad a la que se encuentre la superficie de deslizamiento el movimiento en masa puede ser **superficial**, y que afecta a poco volumen, o **profundo**, y que afecta a grandes volúmenes. En este caso presenta un perfil cóncavo que imprime a la masa, en el deslizamiento, un movimiento de rotación.

Los deslizamientos también pueden afectar a rocas compactas, si en ellas se encuentra una discontinuidad que funcione como superficie de deslizamiento, también se llaman deslizamientos en lámina o en capas. En la roca debe encontrarse una fisura que al alterarse y humedecerse, el plano en el que se encuentra, permite el deslizamiento de la parte superior de la roca, a lo largo de la pendiente, por gravedad.

2.1.1.1. Los Deslizamientos y su Clasificación

Estos fenómenos son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. Si bien la gravedad que actúa sobre las laderas es la principal causa de un deslizamiento, su ocurrencia también depende de las siguientes variables:

- Clase de rocas y suelos
- Topografía (lugares montañosos con pendientes fuertes)
- Orientación de las fracturas o grietas en la tierra.
- Cantidad de lluvia en el área.
- Actividad sísmica.
- Actividad humana (cortes en ladera, falta de canalización de aguas, etc.).
- Erosión (por actividad humana y de la naturaleza).

Los deslizamientos o movimientos de masa no son iguales en todos los casos, y para poder evitarlos o mitigarlos es indispensable saber las causas y la forma como se originan. Estas son algunas de las formas más frecuentes:

2.1.1.1.1. **Caída**

Una caída se inicia con el desprendimiento de suelo o roca en una ladera muy inclinada. El material desciende principalmente a través del aire por caída, rebotando o rodando. Ocurre en forma rápida sin dar tiempo a eludirlas.

2.1.1.1.2. **Volcamiento**

Consiste en el giro hacia delante de una masa de suelo o roca respecto a un punto o eje debajo del centro de gravedad del material desplazado, ya sea

por acción de la gravedad o presiones ejercidas por el agua.

2.1.1.1.3. **Flujos De Tierra**

Son movimientos lentos de materiales blandos. Estos flujos frecuentemente arrastran parte de la capa vegetal.

2.1.1.1.4. **Flujos De Lodo**

Se forman en el momento en que la tierra y la vegetación son debilitadas considerablemente por el agua, alcanzando gran fuerza cuando la intensidad de las lluvias y su duración es larga.

2.1.1.1.5. **Reptación**

Es la deformación que sufre la masa de suelo o roca como consecuencia de movimientos muy lentos por acción de la gravedad. Se suele manifestar por la inclinación de los árboles y postes, el corrimiento de carreteras y líneas férreas y la aparición de grietas.

2.1.2. Solifluxión

La solifluxión (flujo de suelo) consiste en un desplazamiento que afecta a una masa de fango desplazada sobre un basamento estable. Afecta únicamente a los materiales arcillosos susceptibles de transformarse en fango por el aumento de su contenido en agua líquida, lo que provoca un cambio de densidad, del peso y del volumen, que favorece el desplazamiento a lo largo de la pendiente. Al transformarse en fango, la propia lámina que se desplaza colmata los huecos y suaviza las irregularidades de la pendiente, lo que reduce la resistencia del sustrato al

desplazamiento. Cuando se alcanza el límite de fluidez en los niveles superficiales se establece un plano de discontinuidad hídrica que funciona como plano de cizalla.

La actuación del agua puede producirse por el empapamiento del material deleznable a causa de infiltraciones, o el desbordamiento de mantos freáticos, o por la abundancia de las precipitaciones en una zona.

Existen diferentes tipos de solifluxión, pero las dividiremos en dos: **la generalizada y la localizada**.

2.1.2.1. **La solifluxión generalizada**:

Afecta a toda una ladera y en procesos, normalmente, lentos y sostenidos a lo largo del tiempo. En esta modalidad distinguimos:

2.1.2.1.1. La **solifluxión laminar**, que afecta a una capa muy superficial en un proceso de descenso muy lento.

2.1.2.1.2. La **solifluxión subcutánea**, que está dificultada por la existencia de un manto vegetal, y que produce abombamientos en dicho manto. Estos abombamientos pueden rasgar el tapiz dejando escapar el fluido fangoso.

2.1.2.1.3. La **solifluxión en terracillas**, propia de la grandes pendientes, donde el movimiento se descompone en pequeños deslizamientos escalonados, expresados en peldaños discontinuos de altitud y anchura de dimensiones decimétricas. Asemejan a pequeños senderos escalonados. Esta solifluxión se ve acentuada por las pisadas de los animales mayores, por lo que esos peldaños, cuando aparecen aislados, también se llaman pisada de

vaca. Frecuentemente las terracillas superiores cabalgan sobre las inferiores.

2.1.2.2. La solifluxión localizada:

Se caracteriza en lugares determinados, y también en momentos concretos, lo que provoca fenómenos catastróficos. En este fenómeno distinguimos:

2.1.2.2.1. El **nicho de solifluxión**, zona de despegue delimitado por un talud semicircular abrupto, con forma de cuchara.

2.1.2.2.2. La **colada de solifluxión**, o colada de barro, cuando el material desplazado se extiende a lo largo de la pendiente en forma de lengua espesa y ondulada. En la parte final adopta bien una forma cónica plana, si es muy fluido, o bien se acumula el material en la parte delantera formando caballones.

2.1.2.2.3. Los **caballones o lóbulos de solifluxión**, se forman cuando el material se acumula en la parte inferior formando una pequeña contrapendiente. Los caballones tienen forma convexa y detrás suyo dejan una depresión donde se acumula agua. En el recorrido de la lengua fangosa queda una cicatriz con una pendiente marcada. Los caballones presentan un perfil claramente escalonado.

Las dimensiones de la solifluxión localizada suele ser decimétrica, lo que no quita para que encontremos sus formas en vertientes extensas, normalmente asociadas con varios tipos de solifluxión. El deslizamiento del fango da lugar a la formación de surcos y resaltes de resistencia en sus bordes. Gracias a su densidad puede arrastrar enormes

bloques rocosos, por lo que cuando es lavado el barro aparecen coladas de piedras y de bloques en disposiciones caóticas.

La solifluxión es un fenómeno muy generalizado, sobre todo en las regiones húmedas y templadas o frías, debido a la pobreza de la vegetación. En las regiones tropicales húmedas la solifluxión es limitada, a causa de la abundante masa forestal. No obstante, en los países de sabana sí que tiene una presencia significativa. En las regiones frías, no cubiertas permanentemente de hielo, la alternancia de hielo-deshielo favorece la solifluxión. Este tipo de solifluxión, controlado por la existencia del hielo helado en el suelo (permafrost) se llama gelifluxión. Que puede funcionar en pendientes muy débiles. [2]

2.2. **Susceptibilidad**

La susceptibilidad es la potencialidad de un terreno o área a la ocurrencia de deslizamientos y no implica el aspecto temporal del fenómeno (Lana, et al 2004).

La metodología usada para el estudio de la susceptibilidad de movimientos en masa en una zona, es un proceso de análisis de los factores que los condicionan.

Los sistemas de información geográfica permiten realizar dicho análisis mediante superposición de mapas temáticos de los diferentes factores condicionantes, gracias al establecimiento de bases de datos asociadas.

[2] LIMA DE MONTES; Generación de mapas de susceptibilidad y riesgo a los deslizamientos mediante un SIG aplicado a la zona central de Asturias.

Los factores que intervienen en el análisis de susceptibilidad se cuantifican mediante variables, que se les asignan un valor numérico a cada factor en función de su importancia en la probabilidad de que se produzcan deslizamientos en una zona y del riesgo de estos para la actividad humana.

La cuantificación de estos factores se presta a la subjetividad, aunque es obvio que unos factores son más decisivos que otros.[3]

2.3. Análisis de la Susceptibilidad

Para realizar un estudio exhaustivo hay que considerar todos los aspectos que puedan relacionarse con el medio y que tengan un indudable protagonismo. Sin embargo para un objetivo concreto (obtención del mapa de susceptibilidad a movimientos en masa) se deberán elegir un número determinado de ellos (Baeza y Corominas, 1997; Hansen, 1984; Hutchinson, 1988), a saber: inventario de deslizamientos, litología, tipo de suelo, pendiente del terreno, precipitaciones y vegetación. Dichos factores se encuentran representados en un conjunto de mapas temáticos. También es necesario disponer de la ubicación, lo más precisa posible, de todos los movimientos en masa existentes en la zona de estudio. Debido a las diferentes escalas de los mapas originales y para no perder precisión, se recomienda la utilización de sistemas vectoriales.

2.4. Bases sobre la información requerida para el análisis de Deslizamientos

2.4.1. Susceptibilidad de Deslizamientos

[3] Programa UNIGIS de Postgrado y Máster Internacional a distancia en SIG. Memoria Digital

La susceptibilidad generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La probabilidad de ocurrencia de un factor detonante como una lluvia o un sismo no se considera en un análisis de susceptibilidad.

Debido a las características propias del terreno en la zona urbana del cantón Gonzanamá y a la presencia de lluvias como posible factor detonante de un movimiento en masa es necesaria la determinación de zonas de susceptibilidad a movimientos en masa.

La susceptibilidad es la potencialidad de un terreno o área a la ocurrencia de deslizamientos y no implica el aspecto temporal del fenómeno (Lana, et al 2004).[4]

La susceptibilidad se puede evaluar de dos formas diferentes:

- **Sistema de la Experiencia:** Se utiliza la observación directa de la mayor cantidad de deslizamientos ocurridos en el área estudiada y se evalúa la relación entre los deslizamientos y la geomorfología del terreno.
- **Sistema Teórico:** Se mapea el mayor número de factores que se considera que puedan afectar la ocurrencia de deslizamientos y luego se analiza la posible contribución de cada uno de los factores.

  No existe un procedimiento estandarizado para la preparación de mapas de susceptibilidad a los deslizamientos y existe mucha libertad en la determinación de los pasos a seguir.

[4] **SUAREZ; Zonificación de Amenaza y Riesgo.**

El mapa de susceptibilidad es aquel en el cual se zonifica las unidades de terreno que muestran una actividad de deslizamientos similar o de igual potencial de inestabilidad, la cual es obtenida de un análisis multivariable entre los factores que pueden producir deslizamientos y el mapa de inventario de deslizamientos.

Para la elaboración del mapa de susceptibilidad se tiene en cuenta generalmente tres elementos:

- Inventario de deslizamientos antiguos, después de un cuidadoso análisis de las fotografías aéreas y correlaciones de campo, se digitalizan sobre los mapas topográficos las áreas de deslizamientos activos o inactivos que se han detectado en el área estudiada.
- Topografía y Mapa de pendientes, para la elaboración del mapa de susceptibilidad es importante dibujar previamente un mapa de pendientes adicionalmente a los mapas geológico y de uso del suelo. El objetivo es generar una planta topográfica del área a estudiar delimitando las áreas de pendiente diferente en sectores o fajas de valores previamente establecidos.
- Características geológicas, geomorfológicos y geotécnicas del terreno, se recomienda utilizar un plano geológico-geotécnico en el cual se indiquen los suelos o materiales más susceptibles a sufrir procesos de deslizamiento. El objetivo es definir cuales áreas tienen un comportamiento crítico, si estas se encuentran localizadas en zonas de influencia de corrientes de agua reales o eventuales provenientes de los sistemas de drenaje natural y artificial.

- En 1993, KANUNGO propuso criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos, presentados en la siguiente tabla:[5]

Tabla 1. Criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos (Kanungo - 1993)

GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD	CRITERIO
Muy Alta	Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe alta posibilidad de que ocurran.
Alta	Laderas que tienen zonas de falla, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran.
Media	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos pero no existe completa seguridad de que no ocurran.
Baja	Laderas que tienen algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados no saturados con discontinuidades favorables, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.
Muy Baja	Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos.

2.5. Descripción General del Área de Estudio

2.5.1. Accesos

El acceso al área de estudio se lo puede efectuar por vía terrestre desde el terminal terrestre de la ciudad de Loja, por vía principal de primer orden pasando por el Cantón Catamayo y por la Parroquia Nambacola perteneciente al Cantón Gonzanamá, llegando de forma directa al Área Urbana del Cantón Gonzanamá, con un recorrido aproximado de 75 km., por lo que el tiempo estimado de llegada es de una hora con treinta minutos.

[5] **SUAREZ; Zonificación de Amenaza y Riesgo.**

Por vía aérea se puede realizar el acceso hasta el aeropuerto "Camilo Ponce" en el Cantón Catamayo desde la ciudad de Quito, para posteriormente por vía terrestre dirigirse directamente al área de estudio, donde el tiempo promedio aproximado de llegada desde el aeropuerto "Camilo Ponce" del Cantón Catamayo es de cuarenta y cinco minutos.

2.5.2. Ubicación Administrativa

El Cantón Gonzanamá se ubica al Sur del Ecuador en la Provincia de Loja en su hemisferio Sur oriental. El Cantón Gonzanamá tiene 5 parroquias, una urbana y cuatro rurales y aproximadamente 80 barrios según el siguiente detalle:

Parroquia Urbana: Gonzanamá, en donde se encuentra el área de estudio.

Parroquias Rurales: Changaimina, Nambacola, Purunuma y Sacapalca.[6]

[6] **CARRERA Manuel; LOJA, UN SUEÑO EN VÍAS DE CONCRETARSE; 2006**

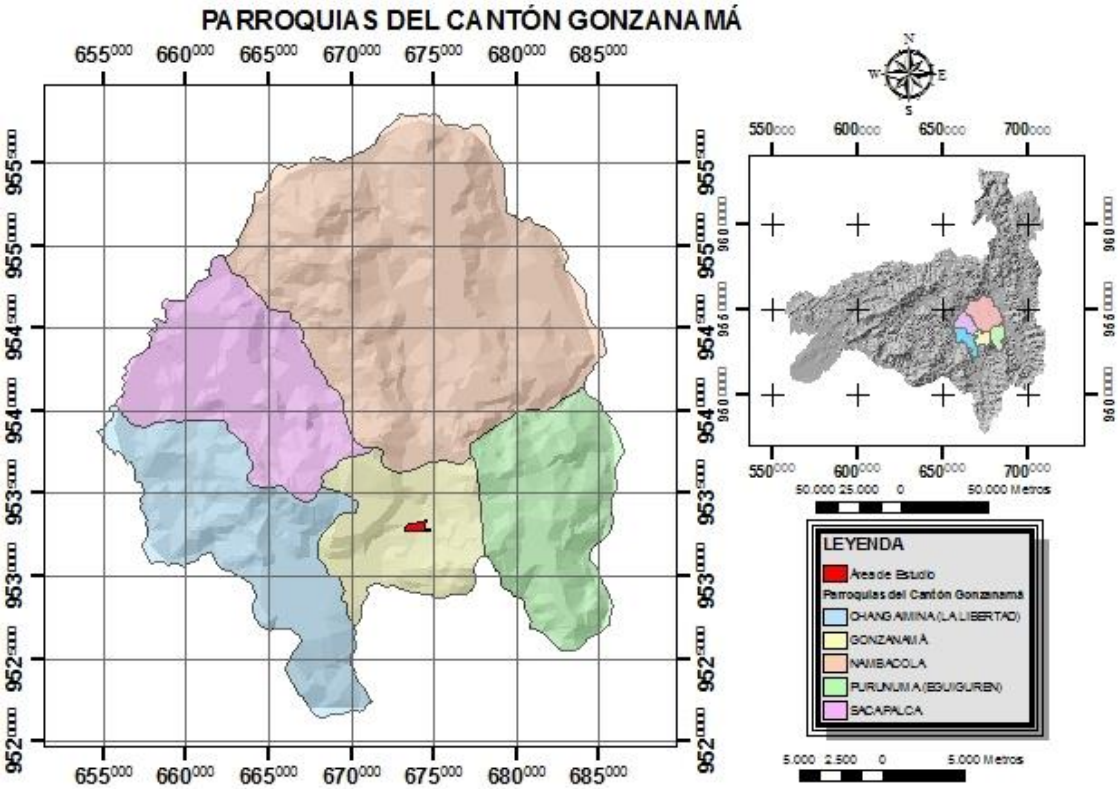


Fig. 1; División Político-Administrativa del Cantón Gonzanamá

2.5.3. Localización Geográfica

Geográficamente el cantón Gonzanamá se encuentra al Sur del Ecuador, en el Sureste de la provincia de Loja limitando al Norte con el Cantón Catamayo, al Sur con Quilanga, al Este con los cantones Loja y Catamayo, y al Oeste con los cantones Calvas y Paltas.

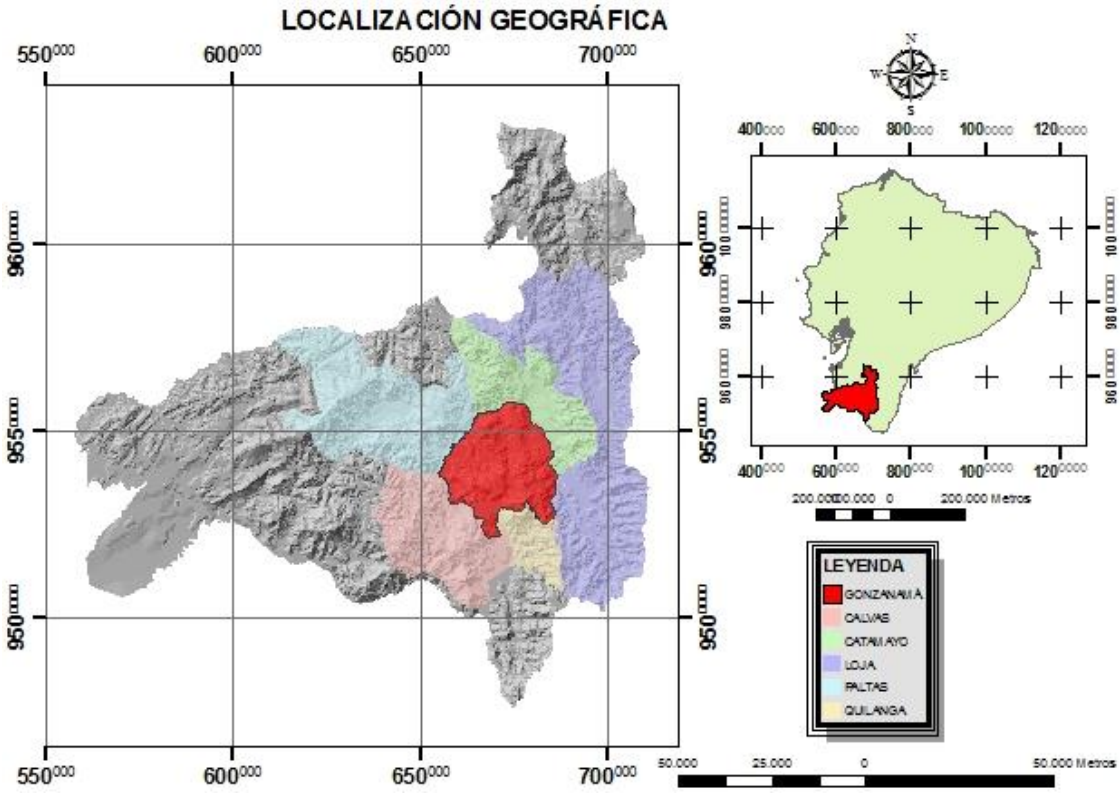


Fig. 2; Localización Geográfica del Cantón Gonzanamá

El área de estudio se encuentra dentro de la parroquia urbana Gonzanamá del Cantón del mismo nombre, específicamente en las coordenadas geográficas UTM: X=673249; Y=9532832.

De acuerdo al Artículo 4 de la Ordenanza que Regula el Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Gonzanamá se establece los siguientes límites para el perímetro urbano, el cual abarca una superficie total de 131,59 Ha. aproximadamente:

Límite Norte: En la intersección de la coordenada E: 673250 con la vía que conduce a Cariamanga en la margen izquierda junto al portón de entrada a la propiedad del Señor Bolívar León, se localiza el mojón Nro. 1; desde aquí en línea recta, siguiendo una distancia de 190 m. con dirección Norte se intercepta el eje N: 9533000 en terrenos del Señor Javier

Castillos donde se ubica el mojón Nro. 2; desde este punto con dirección Noreste y con un ángulo de 45° a 300 m. en terrenos de la Sra. Angélica Castillo está la intersección de los ejes de coordenadas N: 9533200 y E: 673450 se localiza el mojón Nro. 3. Con rumbo Este a una distancia de 450 m. se encuentra el mojón Nro.4 en terrenos de la Sra. Mariana Capay; junto a la Quebrada El Ladrillo se interceptan los ejes N: 9533300 y E: 673950 el cual será el mojón Nro. 5. Con rumbo Este en línea recta a una distancia de 300 m. en terrenos del Sr. Luis Cevallos se ubica el mojón Nro. 6 de coordenadas N: 9533300 y E: 674250. Desde el mojón Nro. 6 en dirección Noreste y a 30° con una distancia de 190 m. en terrenos del Sr. Gonzalo Sánchez se encuentra la intersección de los ejes N: 9533400 y E: 674400 que corresponde al mojón Nro. 7; de aquí en línea recta con orientación hacia el Este a 100 m. y en terrenos del antes mencionado Sr. Sánchez y en la margen derecha de la quebrada Altashina se encuentra el mojón Nro. 8 en la intersección de los ejes de coordenadas N: 9533400 y 674500.

Límite Este: Se parte del mojón Nro. 8 con sentido Sur a 100 metros en la intersección de los ejes de coordenadas N: 9533300 y E: 674500 en terrenos de la Comunidad de Madres Dominicanas se encuentra el mojón Nro. 9; desde aquí diagonalmente a 45° con rumbo Suroeste se llega a la intersección de los ejes de coordenadas N: 9533200 y E: 674400 en terrenos de la Comunidad de las Madres Dominicanas donde se localiza el mojón Nro. 10. Por el eje E: 674400 con sentido Sur a 300 m. y en terrenos del Sr. Arturo Bravo se encuentra el mojón Nro. 11 constituido por la intersección de los ejes N: 9532900 y E: 674400; con

orientación Este a una distancia de 350 m. y en la vía que conduce a Purunuma margen izquierdo en la cerca de los terrenos del Sr. Cesar Piedra se llega al mojón Nro. 12, seguimos hacia el Sur por el eje Este 674750 a 500 m. donde se localiza el mojón Nro. 13 en terrenos de la Sra. Blanca Bravo, cerca de la nueva planta de tratamiento de Agua Potable conformado por los ejes de coordenadas N: 9532400 y E: 674750.

Límite Sur: Se inicia a partir del mojón Nro. 13 con dirección Oeste por la coordenada N: 9532400 hasta interceptar la Quebrada de El Huato en su margen derecha en terrenos del Sr. Modesto Matailo está localizado el mojón Nro. 14. Por esta quebrada aguas abajo tomando su margen derecha hasta interceptar con la carretera que conduce a la Estación Psícola del Colegio Técnico Agropecuario Gonzanamá, está el mojón Nro. 15; desde este punto por la misma vía en dirección hacia la ciudad se intercepta la coordenada N: 9532200 ubicando el mojón Nro. 16; desde aquí en línea recta hasta la intercepción de las coordenadas N: 9532200 y E: 673250 que se encuentra el mojón Nro. 17 ubicado en la huerta del Sr. José Antonio Salinas.

Limite Oeste: Inicia en el mojón Nro. 17 en línea recta con dirección Norte por el eje E: 673250 hasta coincidir con la intersección de la vía que conduce a Cariamanga específicamente en el mojón Nro. 1.[7]

[7] **I.M.CANTÓN GONZANAMÁ; Ordenanza que regula el Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Gonzanamá**

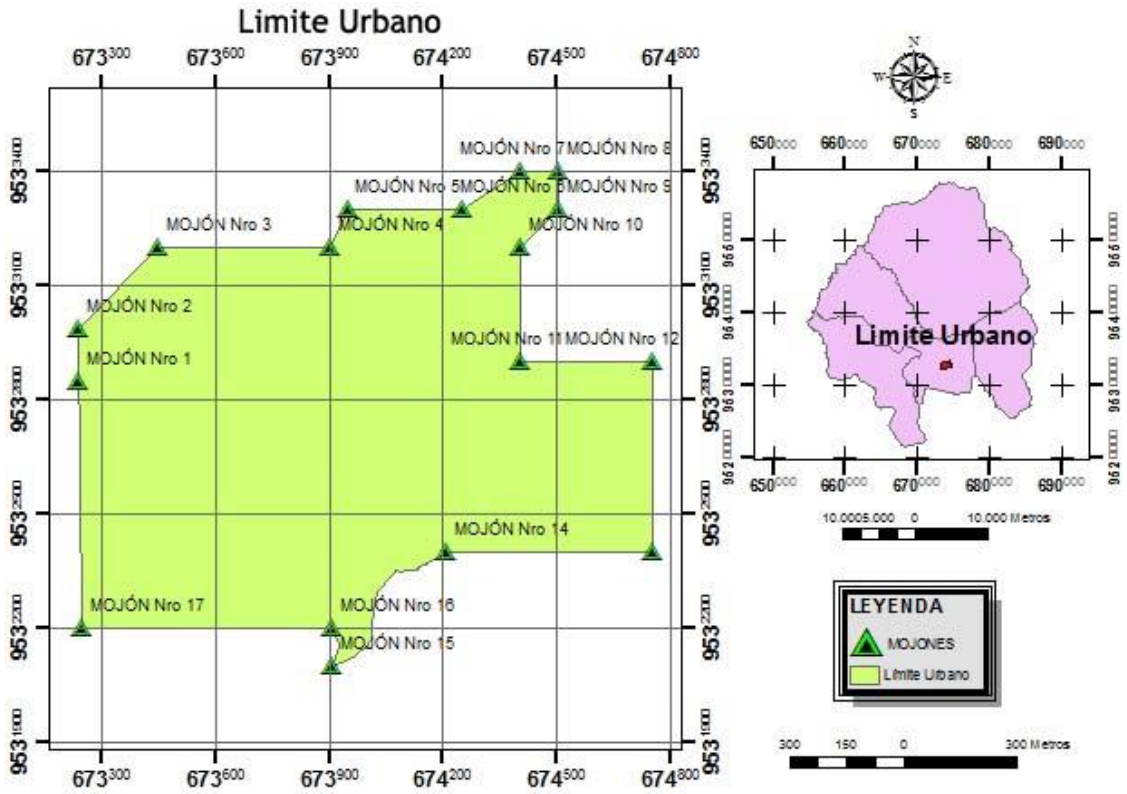


Fig. 3; Límite Urbano del Cantón Gonzanamá

El límite Norte se lo ha delimitado a partir de la coordenada N: 9532700 (Véase Mapa Nro. 1. Delimitación del Área de Estudio) hacia el Norte haciendo un corte imaginario al área urbana de Este a Oeste; donde la totalidad del área de estudio es de 69,68 Ha. aproximadamente.

2.5.4. Clima e Hidrología

2.5.4.1. Clima

En el territorio del Cantón Gonzanamá, conformado por valles, mesetas, lomas, cañadas y planicies, se registra una importante variedad de climas (Véase Mapa Nro.2; Mapa de Isoyetas del Cantón Gonzanamá. Mapa Nro.3; Mapa de Isotermas del Cantón Gonzanamá. Mapa Nro.4; Mapa de Meses Secos del Cantón Gonzanamá); que va desde el

tropical, en los valles de Sacapalca, Nambacola y Changaimina, hasta el templado, en las mesetas y el frio en las estribaciones y montañas de Purunuma y Gonzanamá, donde la variación de temperatura va de los 16-26°C a lo largo de todo el cantón Gonzanamá.[8]

En el transcurso del año se suceden dos estaciones bien definidas: invierno y verano, lo cual ocasiona que durante el año exista la presencia de 6-7 meses secos. Se registran precipitaciones que van de los 500-1500 mm/año. La altitud mínima se registra en las tierras bajas de Sacapalca con una altura de 800 msnm., en la cuenca del río Catamayo que sirve de límite con el cantón Paltas y su máxima altura en la cordillera del Colambo y cerro del mismo nombre con una altura de 3100 msnm.

2.5.4.2. Hidrología

El río Catamayo, se constituye en el principal sistema hidrográfico del cantón Gonzanamá (Véase Mapa Nro.5; Mapa Hidrográfico del Cantón Gonzanamá). En su transcurso, el río Catamayo en su margen izquierdo, recibe las aguas de las quebradas Chinguilamaca y Canchinamaca, esta última, sirve de límite entre las parroquias de Purunuma y Nambacola. En jurisdicción de Nambacola recibe como afluente a la quebrada Grande, la misma que usualmente acopia todas las aguas de esta parroquia. En la zona baja del cantón, en dirección sureste, el río Catamayo recoge

[8] CARRERA Manuel; LOJA, UN SUEÑO EN VÍAS DE CONCRETARSE; 2006

las aguas de la quebrada de La Vega de Sacapalca, que sirve de límite con la parroquia Nambacola.

En Sacapalca recibe las aguas de la quebrada de Surapo y Corral Chico, mismas que, siguiendo su curso natural, se unen con la quebrada de La Vega; así mismo recibe las aguas de la Quebrada San Ignacio que sirve de límite entre las parroquias Sacapalca y Changaimina, para, finalmente, tomar las aguas de la Quebrada Bella María, cuyo cauce acoge en gran parte las aguas occidentales del cantón Calvas.

2.5.5. Topografía

Topográficamente el Cantón Gonzanamá se caracteriza por la presencia de importantes ramales de la cordillera de Los Andes (Véase Mapa Nro. 6; Mapa Base del Cantón Gonzanamá-Provincia de Loja), mismos que producen un relieve variado en cuanto a la elevación con alturas que llegan hasta los 2170 msnm.; se caracteriza también por poseer pendientes abruptas que superan los 50° de inclinación, con lo cual se evidencia erosión.

Existen zonas de alta pendiente, las cuales están constituidas por terrenos escarpados a muy escarpados con pendientes mayores al 25% y con alturas que oscilan de entre los 2400-3000 msnm., las cuales representan aproximadamente el 11.2% del total del área del Cantón; estas zonas se extienden hacia la parte Suroriental del Cantón. Las Zonas de mediana pendientes, la conforman terrenos inclinados a moderadamente escarpados con pendientes de entre 6-25% y alturas que van de los 1800-2400 msnm., mismas que representan el 43.6% del total del

área del Cantón. Las Zonas de baja pendientes son las más representativas con el 45.2% del total del área del Cantón, están caracterizadas por la presencia de terrenos planos a suavemente inclinados con pendientes que van de 0-6% a alturas de entre 1000-1800 msnm.

El área de estudio se caracteriza por la presencia de Zonas de mediana pendiente las cuales representan el 58.5% del total del área de estudio que corresponde a 40.71 Ha. aproximadamente (Véase Mapa Nro. 7; Mapa Base del Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá), con alturas que van de los 2013-2059 msnm. Las Zonas de baja pendientes representan el 39.1% del total del área de estudio con 27.18 Ha. aproximadamente y alturas de entre los 1967-2013 msnm. Existe la presencia de Zonas de alta pendiente donde se forman pequeños escarpes, casi imperceptibles los cuales afectan a la estabilidad del terreno, esta zona representa el 2.4% del total del área de estudio con aproximadamente 1.64 Ha. y alturas que van de los 2059-2105 msnm.

2.5.6. Geomorfología

El cantón Gonzanamá, ubicado en la región Sierra; a la vez se encuentra dentro de las subregiones Meso andina y Bajo andina, presenta un gran paisaje de Montaña y de Colina-Montaña, los cuales están conformados por importantes ramales montañosos que se desprenden, en su mayoría de Vertientes Montañosas moderadamente Empinadas a Escarpadas, Empinadas a Escarpadas y de Colinas moderadamente Empinadas pertenecientes a la Cordillera Occidental y Central o Real, se caracterizan por una litología muy heterogénea con elevaciones que van de

los 300 – 3600 m. de altura; donde se destaca la cordillera de Santa Rosa (Véase Mapa Nro. 8; Mapa Geomorfológico del Cantón Gonzanamá). En sus faldas, laderas y cañadas se evidencia indicadores naturales de prematura e irreversible erosión.

Los relieves que se presentan a lo largo de las formaciones geológicas dan lugar a un desorden orográfico, producido por el laberinto de montañas, cordilleras y ramales lo cual contrasta un tanto con el resto de cantones sureños de la provincia de Loja; en la Unidad Chiguinda se observan relieves característicos muy irregulares con fuertes pendientes, al igual que en la formación Celica los relieves van de regulares a irregulares; en la formación Sacapalca los relieves se presentan de irregulares a regulares con pendientes fuertes a muy fuertes; dando lugar a una gran vertiente montañosa que generalmente sobrepasa los 1000 m. de altura, localmente incluye pequeñas superficies de erosión, fondos de valles llanos y acumulación de material aluvial y coluvial; presentando las vertientes una litología muy heterogénea. Así el Sucumbe, con 2170 msnm., en las cordilleras de la parroquia Nambacola; el Surapo y el Paja Blanca en la parroquia Sacapalca; el La Panuma, en la parroquia Changaimina y el Colambo, que sirve de límite entre las parroquias de Gonzanamá y Purunuma.

Existen elevaciones que van de los 300 – 2000 m. de altura y pendientes mayores a 50% con numerosos escarpes; tenemos como ejemplo El Ingahurco, pequeño vecino del Colambo y cerca del Cerro Grande, es el centinela sin relevo de Nambacola. Otras elevaciones de profundo significado son: el Barbasco, la Peña Negra, el Rodero, el Ucaranga, el Moyomoyo, el Huacacaz, el Plomo y el

Ungumine. A lo largo de la formación Gonzanamá los relieves que se pueden observar son generalmente regulares y en partes irregulares con pendientes no muy fuertes, al contrario de la formación Quillollaco la cual es muy susceptible a la erosión, dando como característica muy particular la conformación de pilares de erosión que dan como resultado un relieve muy irregular.[9]

Dentro de la morfología del sector norte del área urbana del cantón Gonzanamá podemos distinguir presencia de taludes que van de Inclinado a Suavemente Inclinado en su mayor parte (Véase mapa Nro.9; Mapa Geomorfológico del Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá), con pendientes que oscilan de los 2-13%; con partes Moderadamente Escarpadas con pendientes que van de los 13-25% y Planas a casi planas con pendientes que van de 0-2%; finalmente podemos distinguir claramente en una pequeña cantidad zonas de Escarpado a Muy Escarpado con pendientes que superan el 25%, estas se localizan especialmente en el nororiente de la zona urbana del cantón Gonzanamá, específicamente en la entrada al área urbana por la vía que conduce a la ciudad de Loja y en la parte suroccidental al margen izquierdo de la vía que conduce a la ciudad de Cariamanga, a la salida del área urbana.

2.5.7. Geología Regional

Regionalmente el Cantón Gonzanamá se caracteriza por la presencia de Formación Sacapalca, Formación Gonzanamá, Formación Celica, Formación Quillollaco y

[9] **CARRERA Manuel; LOJA, UN SUEÑO EN VÍAS DE CONCRETARSE; 2006**

Unidad Chiguinda (Véase Mapa Nro.10; Mapa Geológico del Cantón Gonzanamá).

- **UNIDAD CHIGUINDA**

Las rocas metamórficas que conforman la Cordillera Central o Real que atraviesa Ecuador de Norte a Sur y que en la Provincia de Loja se denominan Unidad Chiguinda, anteriormente denominada Serie Zamora debido al nombre del pueblo que se encuentra situado en el flanco Este de los Andes al Este de Loja.

Las rocas que constituyen esta unidad geológica, se localizan al Este de la cuenca de Loja en los alrededores del Parque Nacional Podocarpus, y se correlacionan con el Grupo Salas en el Perú que aflora al Sureste de la cuenca Catamayo-Chira, constituyendo el basamento rocoso de estos sectores[10]. La Unidad Chiguinda en el Ecuador aflora a lo largo del borde Este sin interrupciones, en medio de una vegetación muy densa donde el acceso es muy limitado. Al Noreste de Saraguro, estas mismas rocas conforman el páramo de Las Tres Lagunas. Esta unidad se extiende hacia el Oeste casi hasta Quilanga y Taquil. El mejor corte estratigráfico de estas rocas metamórficas se encuentra a lo largo de las carreteras desde Loja a Catamayo al Oeste, y de Loja a Zamora al Este.

Esta Unidad está constituida por rocas de origen metamórfico, principalmente: esquistos (cloríticos, biotíticos y grafíticos), cuarcitas, filitas, gneis, gneis graníticos, pizarras. La dirección general de la foliación de las rocas está entre NNE-SSW y NNW-SSE, y están plegadas isoclinalmente siguiendo ejes de dirección igual. Estas rocas se presentan de fracturadas a muy

[10] **Proyecto Binacional de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca Catamayo – Chira. Estudio de Caracterización Territorial. Memoria digital**

fracturadas, siendo las cuarcitas y los gneis las que han resistido de mejor manera a la actividad tectónica.

Así mismo, son estas rocas las que resisten a los procesos de alteración por agentes meteorizantes, por lo que no existe una buena formación de suelos donde se encuentran este tipo de rocas, como se puede observar en el Nudo de Sabanilla, en los cortes de la carretera que conduce de Yangana a Valladolid. Las rocas metamórficas donde existe un predominio de esquistos y pizarras, se encuentran de fracturadas a fragmentadas y son muy débiles a la acción de la meteorización y se descomponen formando suelos que sobrepasan en sectores el 1 m. de potencia.[11]

La potencia de esta serie no ha sido determinada, pudiendo alcanzar algunos kilómetros, y en los cortes de las carreteras que llegan a Loja desde Catamayo, Zamora, Valladolid, estos materiales superan fácilmente la centena de metros.

- **FORMACIÓN SACAPALCA**

Aflora a lo largo de un graben de dirección Norte-Sur, que se extiende desde Chuquiribamba al Norte, pasando por Catacocha y Cariamanga al Sur hasta Amaluza, con un promedio de 25 Km. de ancho de Catacocha hacia el Sur y hacia el Norte donde existe una desviación al Noreste con un ancho promedio de 12 Km. Al Oeste de Cariamanga descansa sobre el Batolito de Tangula y en partes sobre la Formación Celica. Al Este, la formación se encuentra en contacto fallado con rocas de la Unidad Chiguinda.

La Formación Sacapalca está conformada por lavas y materiales piroclásticos. Las lavas son andesíticas porfiríticas, andesíticas basálticas y basaltos de colores de gris a negros

[11] **J.B. KENNERLY; Geology of Loja Province Southern Ecuador, London Sw7 1 Q N, 1973**

respectivamente, en contraste con las andesitas verdosas de la Formación Celica. Muestras de este grupo examinadas en láminas delgadas aparecen como pórfidos-andesíticos de grados de alteración vacíos. Los fenocristales conforman hasta el 80% de la roca y consisten, principalmente, de feldespato plagioclásico (constituyendo más de 2/3 del contenido total en feldespato) en el rango andesita-labradorita exhibiendo una zonificación oscilatoria. Los minerales máficos, incluyendo la enstatita, el hipersteno, la augita, y raramente hornoblenda, constituyen más del 15% de los fenocristales, de modo que las andesitas son raramente leucocráticas. Así, estas lavas son clasificadas como andesitas más bien que basaltos debido a la pequeña proporción de minerales ferro-magnesianos. Pequeños granos de magnetita son evidentes en la matriz junto con microlítos y otros cristales demasiado pequeños para identificarlos.

Los materiales piroclásticos ácidos, también reconocidos como tobas de andesíticas a riolíticas, tobas aglomeráticas y aglomerados medianamente soldados.

Las tobas son de grano fino pero se fracturan en fragmentos muy pequeños de 0,5-1 cm. de diámetro, en láminas delgadas, se ve que están compuestas de cristales líticos y vítreos en una matriz vidriosa que muestran varios grados de desvitrificación con formaciones de microlitos de colores claros café, amarillento, púrpura, habano y verde pálido evidenciándose con una tonalidad clara en las fotografías aéreas. Los clastos cristalizados son de frecuencia oligoclasa-andesita que muestran zonificación oscilatoria, algunos ortoclasa y rara vez cuarzo. Los aglomerados de toba consisten en toba con bloques de material andesítico de hasta 50 cm. de diámetro dispersados al azar y constituyendo entre el 5% y el 15% del total de la roca. Los aglomerados, por otra parte,

están conformados casi completamente de bloques sub-angulares con material tobáceo rellenando los intersticios. Estos piroclásticos ocurren en capas de potencia muy irregular y de extensión lateral limitada. Raramente se puede ver estratificación en éstas capas. Las rocas magmáticas efusivas que conforman esta formación geológica (andesitas, basaltos) se encuentran fracturadas y diaclasadas.

La potencia de esta formación no ha sido determinada, pero por ser materiales que han rellenado un graben, se cree que puede ser de algunos miles de metros. Afloramientos de esta formación con potencias superiores a los 80 m. pueden ser observados en los cortes de caminos y quebradas localizados en el área de El Cisne y en los alrededores de Cariamanga, Quilanga y Amaluza.[12]

- **FORMACIÓN GONZANAMÁ**

Rocas que constituyen esta formación, cubren una pequeña extensión de la provincia de Loja, y afloran a los alrededores de la población de Gonzanamá extendiéndose hacia el Norte hasta los alrededores de la población de Catamayo. El afloramiento está dividido en dos áreas, las cuales se unen entre sí por un cuello al Este de Nambacola. Una de las áreas es la depresión Nambacola-Gonzanamá, donde una cuña de sedimentos que buzan al Este y choca con una falla prominente de rumbo Norte-Sur; la otra área es la cuenca de Catamayo (La Toma), el centro de la cual está relleno de sedimentos aluviales.

Esta formación descansa sobre la formación Sacapalca y se encuentra sobrepuesta por la formación Loma Blanca en la cuenca de Catamayo. La Formación Gonzanamá es una secuencia de

[12] **J.B. KENNERLY; Geology of Loja Province Southern Ecuador, London Sw7 1 Q N, 1973**

sedimentos y materiales volcánicos intercalados. Los sedimentos están conformados predominantemente por estratos interestratificados de lutitas y limolitas con algunas areniscas y areniscas silíceas y microconglomerados; la potencia de los estratos son decimétricas. Las lutitas negras son muy abundantes y en conjunto forman una secuencia estratificada con capas de 2-30 cm. de potencia. Las capas de chert y concreciones calcáreas están presentes en las capas de lutitas; en la carretera a Nambacola, de un lugar y otro afloran capas de calizas. Las lutitas generalmente presentan una coloración gris oscura a verdosas, las limolitas una coloración gris claras a amarillentas y las areniscas y microconglomerados colores amarillentos. En el límite norte de la cuña de sedimentos, en Gerinoma, una secuencia de clásticos gruesos con areniscas amarillas onduladas y conglomerados de andesita con cantos de cuarzo afloran en el piso de la secuencia.

Las rocas volcánicas de la secuencia comprenden cerca del 40% del volumen total. Estas rocas volcánicas consisten principalmente de tobas aglomeraticas y de tobas que están intercaladas con algunas lavas. En la cuenca de Catamayo (La Toma), las rocas volcánicas decrecen en prominencia ya que las tobas son las únicas representativas y las rocas arcillosas llegan a ser dominantes. Las pizarras son de coloración clara en una matriz verde, purpura y marrón, y contienen cristales diseminados de selenita. También se observaron capas de diatomita (porcelanita) blanquecina.

Las lutitas y pizarras tienen como característica distintiva una coloración amarilla, verde, marrón, azul y gris. Las rocas que constituyen esta formación, se encuentran fracturadas, pero existe eventos posteriores que han rellenado las fracturas y planos de

estratificación con arcilla y carbonatos. La potencia de esta formación ha sido estimada en 1000 m.[13]

- **FORMACIÓN CELICA**

Nombre tomado del pueblo Celica, a 85 Km. al Oeste de la ciudad de Loja. Rocas que constituyen esta formación se localizan al centro y centro Oeste de la provincia de Loja, y descansan sobre rocas de la Unidad Chiguinda y rocas magmáticas intrusivas (granito, granodiorita). Se encuentra interestratificada con las formaciones del Grupo Alamor e intruida por el Batolito de Tangula. Sobre rocas de esta formación en el sector de Río Playas se localizan rocas de origen sedimentario conocidas como la formación Río Playas, al Este están cubiertas parcialmente por materiales de la formación Sacapalca y al Norte es recubierta por la formación Chinchillo.

La Formación Celica está conformada por grandes acumulaciones de lavas andesíticas, porfiríticas, masivas, de color verde distintivo de esta formación, presentando una gran variedad de texturas ígneas. Todas las rocas incluidas en este grupo tienen una proporción de material afanítico, el mismo que se presenta vidrioso o microcristalino característico de las rocas ígneas enfriadas bruscamente. Las lavas se encuentran fracturadas. No se conoce el espesor de la formación, pero puede ser de algunos miles de metros.

Aflora en dos áreas distintas, las mismas que están separadas por un cinturón de rocas metamorfizadas del Cretácico. En el Sur se extiende desde la frontera con el Perú hasta Alamor en el Norte y desde los intermedios de Catacocha al Este hasta Pindal al Oeste. Un cinturón estrecho a lo largo del costado Norte

[13] **J.B. KENNERLY; Geology of Loja Province Southern Ecuador, London Sw7 1 Q N, 1973**

del Río Playas, en la cuenca Norte de Catamayo es hallado, además de un bloque aislado que se levanta dentro de la cuenca de Sacapalca al Este.

- **FORMACIÓN QUILLOLLACO**

Rocas que constituyen esta formación se localizan al centro este de la cuenca de Loja, rellenando la microcuenca de Malacatos; descansan sobre rocas de las formaciones San Cayetano y rocas de la serie Zamora. Litológicamente esta formación se encuentra constituida por rocas de origen sedimentario, grauvacas intercaladas con un conglomerado, conformado de cantos rodados y bloques de rocas metamórficas casi en su totalidad en una matriz areno arcillosa amarilla. Los rodados y bloques alcanzan los 30 cm., existiendo un predominio de los tamaños entre 10 y 15 cm. y son principalmente de filitas, esquistos y cuarcitas. Característica muy particular de esta formación es la conformación de pilares de erosión, que dan como resultado un relieve muy irregular. Esta formación se encuentra medianamente consolidada y es muy similar en estabilidad a la formación San Cayetano, encontrando comúnmente en esta formación sectores inestables con presencia de movimientos de reptación y deslizamientos.[14]

2.5.8. Geología Estructural

Dentro del contexto estructural ecuatoriano, la provincia de Loja se encuentra encuadrada en la Deflexión de Huancabamba, la cual es uno de los rasgos estructurales regionales fundamentales de los Andes Ecuatorianos. Estructuralmente la unidad Chiguinda dentro del Cantón Gonzanamá se caracteriza por tener la foliación principal en

[14] J.B. KENNERLY; Geology of Loja Province Southern Ecuador, London Sw7 1 Q N, 1973

dirección Norte – Sur, variando a NNE – SSO; la cual corresponde a la dirección de la cadena de los Andes. Las rocas de esta formación se encuentran plegadas en isoclinales con una inclinación de los ejes axiales hacia el Oeste.

La formación Celica se caracteriza por encontrarse interestratificada con las formaciones del grupo Alamor e intruida por el Batolito de Tangula; las rocas de esta formación se encuentran fracturadas como puede apreciarse en los cortes de las carreteras que la atraviesan, la foliación y estratificación están ausentes en la formación, los plegamientos no son claros debido a su estructura homogénea, sin embargo hay buzamientos que alcanzan los 45 grados observados en algunas intercalaciones sedimentarias; el fallamiento es solamente reconocido alrededor de los márgenes de la formación Celica donde se aprecia una erosión diferencial, en la masa andesítica se observan algunos lineamientos los cuales indican fallamiento. El contacto entre la formación Celica y la formación Sacapalca está fallado al Este.

La formación Sacapalca se encuentra en contacto fallado con rocas de la unidad Chiguinda al Este, sobre esta formación descansan las formaciones Gonzanamá y depósitos aluviales, en la parte Centro - Este le han intruido rocas magmáticas efusivas que constituyen el Pórfido de Purunuma. La formación está moderadamente plegada con ejes N – S, los buzamientos raramente pasan los 45°, pero a los márgenes del graben hay buzamientos fuertes hasta verticales. Al Oeste de Cariamanga, la formación Sacapalca al parecer yace discordantemente sobre el batolito de Tangula, el cual a su vez intruye la Formación Celica. En el

Este la formación Sacapalca parece recubrir concordantemente los sedimentos volcánicos de la formación Gonzanamá. En todos estos lugares la formación Sacapalca está limitada por fallas, y esto, como también la ausencia de horizontes guías no nos permiten conocer la potencia de ésta formación, pero probablemente es del orden de miles de metros.

La formación Gonzanamá, está dividida en dos áreas, las cuales se unen entre sí por un cuello al Este de Nambacola. Una de las áreas es la depresión Nambacola-Gonzanamá, donde una cuña de sedimentos que buzan al Este choca con una falla prominente de rumbo Norte-Sur al Este de Gonzanamá; la otra área es la cuenca de Catamayo, rellena de sedimentos aluviales. Comúnmente se observan bandas irregulares, plegamientos de pequeña escala circunscritos arriba y abajo por estratos deformados, especialmente donde los estratos son delgados y predominantemente arcillosos. Este tipo de plegamiento puede haberse producido por un hundimiento intra-formacional ocurrido antes de que los sedimentos fueran consolidados, o hay una posibilidad de que el plegamiento se deba a deslizamientos de la corteza terrestre.

Parte de la formación Gonzanamá yace en conformidad aparente sobre la formación Sacapalca; pero en otras partes de la región la relación entre estas dos formaciones no es conocida: En la cuenca de Catamayo (La Toma), la formación Gonzanamá está yaciendo por encima de la formación Loma Blanca, que es la formación baso o piso de la secuencia terciaria de la cuenca de Malacatos.

Dentro del área de estudio se pueden observar pequeños pliegues volcados y anticlinales con el eje axial en dirección hacia el Sur-Este, el rumbo de los estratos es de Norte 30° Oeste y su buzamiento Sur 47° Oeste, los cuales se encuentran fracturados, erosionados y con un claro bandeamiento. Producto de la erosión de los estratos existe la presencia de suelos arcillosos con potencias considerables, los cuales predominan en el área de estudio.

2.5.9. Suelos

El cantón Gonzanamá cuenta con importantes áreas donde la presencia de suelos bien formados es predominante, mismos que han sido destinados para diferentes usos dependiendo de su composición, por lo que se puede distinguir la siguiente clasificación:

2.5.9.1. Uso Actual del Suelo

En el Cantón Gonzanamá podemos encontrar diferentes tipos de uso del suelo los cuales se encuentran influenciados por los diferentes procesos erosivos ya sean de carácter natural y antrópico, los cuales son acelerados por los cambios climáticos presentes en este sector (Véase Mapa Nro.11; Mapa de Uso Actual del Suelo del Cantón Gonzanamá). Dichos cambios han permito poder utilizar dichas zonas en un uso racional del suelo, por ende se puede detallar a continuación algunos de sus usos:

Erial

Área erosionada (Ae)

Zonas con elevado grado de desgaste del suelo orgánico, desprovistos de vegetación o con dispersa

cobertura vegetal donde aparecen los estratos inferiores improductivos.

Área en proceso de erosión (Ap)

Zonas en las que es evidente la pérdida del suelo superficial por acciones naturales o por intervención del hombre.

Cultivos

Cultivos de Ciclo Corto (Cc)

Asociación que incluyen cultivos de consumo interno o comercial, cuyo ciclo vegetativo no excede de un año, y no son posibles clasificarlos independientemente ni por asociaciones, pues generalmente se hallan formando parte de minifundios cuyo denominador común son los poli cultivos.

Cultivos diferenciados

Cultivos de ciclo corto o permanentes que cubren grandes superficies y pueden ser clasificados independientemente.

Café (Cf)	(Coffea sp.)
Cacao (Ca)	(Theobroma cacao)
Caña de Azúcar (Cñ)	(Saccharum officinarum)
Palma Africana (Cl)	(Eleais guineensis)
Maíz (Cm)	(Zea mays sl.)
Cebada (Cd)	(Hordeum vulgare)
Papa (Cp)	(Solanum tuberosum)

Arboricultura (Cx)

Cultivos perennes o semiperennes cuya implantación es estable durante algunos años pero por estar localizados en áreas de pequeños minifundios no es posible clasificarlos. Dentro de esta miscelánea de cultivos sobresalen: café,

cacao, banano, cítricos, babaco, que de ninguna manera se pueden considerarse como asociaciones.

Pastizales

Pasto Cultivado (Pc)

Vegetación ocupada por especies herbáceas introducidas, utilizadas con fines pecuarios, que para su establecimiento y conservación, requieren de labores de cultivo y manejo conducidos por el hombre o regeneración espontánea de especies introducidas.

En esta categoría se considera también al kikuyo (Pennisetum clandestinum) de regeneración espontánea que crece en áreas localizadas sobre los 1 800 msnm.

Pasto Natural (Pn)

Vegetación dominante constituida por especies herbáceas nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección. Vegetación desarrollada en abruptos o sobre cangahua.

Vegetación Arbustiva (Va)

Matorral o Chaparro

Vegetación natural cuya composición florística no sobrepasa los 10 metros de altura y la estructura del tallo no alcanza los 15 centímetros de grosor, localizada generalmente en relieves fuertes, producto de la regeneración espontánea. Se considera en esta categoría a toda aquella vegetación conocida como matorral o chaparro.

Vegetación Arbórea

Vegetación considerada como producto de la interrelación del clima y suelo de una región en la que sensiblemente no han influido otros factores para su establecimiento, o áreas en las que la regeneración espontánea después de la tala, es el denominador común.

Bosque Natural (Bn)

Se denomina al ecosistema arbóreo natural primario y secundario que actualmente se halla sin ocupación o intervención humana. Este piso vegetal lo constituyen especies nativas de cada zona con una altura superior a los 15 metros. Ocupada por formación vegetal arbórea leñosa densa, pluriestratificada, integrada por especies propias de la zona, con un alto porcentaje de mezcla de especies forestales.

No se han diferenciado para este nivel de estudio el régimen de humedad de los bosques (Húmedos, secos, o áridos).[15]

2.5.9.2. Uso Potencial de los Suelos

En la Provincia de Loja se encuentran diferentes "aptitudes agrícolas" que determinan la aptitud potencial de los suelos, en donde la predominancia está claramente definida por sectores ocupados con cultivos y pastos y las diferentes asociaciones de cultivos y pastos con porcentajes superiores al 70% del total de la provincia (Véase Mapa Nro.12; Mapa de Uso Potencial del Suelo del Cantón Gonzanamá).

La vegetación natural esto es bosques naturales, páramos y vegetación arbustiva, alcanzan conjuntamente un poco más del 25 % de la provincia.

[15] **CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA – ODEPLAN-EL MINISTERIO DE AGRICULTURA - MAG-Y LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y ORDENAMIENTO RURAL- DINAREN ; Memoria Técnica de la Cartografía e Información Social y de Infraestructura Comunitaria de la Provincia de Loja.**

De la zona ocupada, es decir con pastos y cultivos puros; los dominantes son los pastos cultivados; seguidos de los cultivos de ciclo corto y los cultivos permanentes. Los pastos así como los cultivos generalmente se encuentran asociados predominando generalmente los pastos.

Adicionalmente existen otros usos que completan el resto del porcentaje de la provincia como: cuerpos de agua, eriales, zonas erosionadas y centros poblados; en donde se destacan las ciudades de Loja y todas las cabeceras cantonales.

El Cantón Gonzanamá se caracteriza por poseer una agricultura racional y sustentable para ello es necesario realizar una planificación del uso agrícola de la tierra que relacionen y sinteticen las características de relieve (pendientes) y clima y, las condiciones físicas y químicas de los suelos por ende se puede determinar los siguientes tipos de uso:

Bosques.- Comprenden aquellas tierras que, por las características de suelos, clima, pendientes no son adecuadas para cultivos ni pastos, siendo el bosque y la vida silvestre los usos más adecuados. Por lo que estas áreas deben dedicarse al desarrollo de la silvicultura por razones netamente de conservación del recurso.

Dentro de esta zona podemos encontrar la siguiente simbología:

B. Comprenden aquellas tierras que, tanto por las características de los suelos y las fuertes pendientes (50 - 70 %), no son adecuadas para cultivos ni pastos, pero son

propias para bosques. Deberán ser dedicadas al desarrollo de la silvicultura, teniendo el doble propósito (protector-productor), con especies nativas y exóticas adaptadas a la zona, de rápido crecimiento y de copa ancha.

Cultivos.- Se conceptualiza en este nivel a todos aquellos elementos inherentes a las actividades culturales que el hombre realiza en el campo en busca de sustento; pudiendo iidentificar tierras aptas para agricultura (anuales, temporales o de ciclo corto), bien sea mecanizada o manual.

Podemos clasificar dentro de esta zona los siguientes cultivos:

C2b. Se recomienda el establecimiento de cultivos extensivos, temporales con precauciones antierosivas. En esta unidad se puede efectuar cultivos de: maíz, fréjol, arveja, lenteja, hortalizas, alfalfa, frutales, tubérculos, chocho, avena.

Las labores de mecanización y riego son fáciles. Esta unidad se encuentra espacialmente en pendientes del 12 al 25 % (zonas onduladas), con textura variables de mediana a gruesa.

C2c. Las pendientes (12 –25 % y 25 – 50 %), las texturas gruesas-finas y la presencia de piedras en varios sitios, limitan el establecimientos de los cultivos con altos rendimientos por lo que se recomienda cultivos extensivos, con obras antierosivas. En esta unidad se puede efectuar cultivos de: maíz, fréjol, arveja, lenteja, cereales, tubérculos, quinua, cabuya, avena, alfalfa. Las labores de mecanización son especializadas y el sistema de riego es difícil.

C2d. Los cultivos se adaptan en una manera adecuada, pero las limitaciones son muy importantes en lo

que respecta a la presencia de texturas gruesas con arena muy fina y la profundidad entre profundos y medianamente profundos restringen la gama de cultivo; la mecanización y el riego son muy fáciles, con precauciones antierosivas. Los cultivos recomendados son: arveja, alfalfa, fréjol, frutales, hortalizas, maíz, tubérculos, cabuya, chocho, quinua, lenteja.

C3b. En esta unidad la pendiente (25 – 50 %) es la limitante importante para el establecimiento de los cultivos por lo que se recomienda cultivos extensivos, temporales, con obras anti-erosivas.

En esta unidad se puede efectuar cultivos de: arveja, lenteja, alfalfa, cereales, tubérculos, ajo, avena, alcachofa, colza. Las labores de mecanización son especializadas y el riego es difícil, explotación manual aconsejada.

C3c. Se aconseja el establecimiento de cultivos extensivos. En las mismas que se pueden efectuar cultivos de: cereales, tubérculos, avena, arveja, lenteja, chocho. Las labores de mecanización y riego son muy fáciles. Esta unidad comprende todas las pendientes de 50 a 75 % (zonas fuertemente escarpado).

C3d. Abarcan aquellas tierras que debido a su localización y limitaciones permanentes, ubicadas en fuertes pendientes mayores al 70 % son adecuadas para el desarrollo agropecuario, pero son recomendados para bosques o que actualmente se hallan cubiertos con éstos, donde debe mantenerse la cobertura vegetal natural existente, por razones de conservación de los recursos.

Pasto.- Son sectores establecidos para la determinación de las zonas agrícolas homogéneas, se ha

considerado a las tierras que por una o varias razones, como: el clima, la pendiente y/o condiciones físicas del suelo deben ser utilizadas exclusivamente para pastoreo, sin que esto impida alternar con agricultura o con sistemas de manejo (Agro-silvopastoril, silvopastoril, etc).

Dentro de esta zona podemos encontrar la siguiente simbología:

P Las tierras de estas unidades presentan limitaciones permanentes como: Suelos medianamente profundos, pendientes entre 25 - 50 % y 50 - 70 %, baja fertilidad, susceptibilidad a la erosión. Se recomienda el establecimiento de pasturas con mezclas forrajeras de rápido crecimiento y de gran cobertura del suelo y mejoramiento de los pastos naturales existentes.[16]

2.5.10. Capacidad Productiva de la tierra y Pendientes

2.5.10.1. Capacidad Productiva de la tierra

Las características de los suelos se destacan como aspecto fundamental la localización y la compasión presente en cada uno de ellos, determinando de esta manera sus propiedades físicas y químicas que se encuentran presentes (Véase Mapa Nro.13; Mapa Edafológico del Cantón Gonzanamá). Dentro del Cantón Gonzanamá se puede encontrar los siguientes tipos de suelos como:

Conjunto de Suelos F: Suelos rojos o pardo amarillentos, arcillosos, tipo de arcilla Kaolinita y Goetita, a

[16] **CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA – ODEPLAN-EL MINISTERIO DE AGRICULTURA - MAG-Y LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y ORDENAMIENTO RURAL- DINAREN ; Memoria Técnica de la Cartografía e Información Social y de Infraestructura Comunitaria de la Provincia de Loja.**

veces Gibsita, generalmente ácidos, baja saturación de bases (< 35%), C.I.C. <18 meq/100g.

F1: Zonas altas de la cordillera, altitud > 2.400m., áreas húmedas y templadas a frías. Suelos con horizonte superior de color negro, franco arcillo limosos, moderadamente profundos, drenaje moderado, pH ácido (4.5-5.5), presencia de aluminio tóxico en grado medio, fertilidad baja. (DYSTROPEPTS)

F2: Vertientes bajas de la cordillera de pendientes fuertes a muy fuertes. Altitud: < a 2.400 m., áreas húmedas a muy húmedas. Suelos con horizonte superior de color pardo oscuro, sobre pardo rojizo amarillento, textura franco arcillo limosa, moderada profundidad, drenaje moderado, pH ácido (4.5-5.5), presencia de aluminio tóxico en grado moderado, fertilidad muy baja. (DYSTROPEPTS)

Conjunto de Suelos G: Suelos rojos o pardo rojizos, muy arcillosos, generalmente mezclado con roca madre poco meteorizada entre 1 y 2 metros, tipo arcilla kaolinita; C.I.C.>18 meq/100g. S.B. > 35%.

G1: Zonas altas de la cordillera en altitudes > a 2400 m., de relieve ondulado. Suelos rojizos, arcillosos, moderadamente profundos, drenaje moderado, pH ligeramente ácido (5.5-6.5), fertilidad mediana. (TROPUDALFS y/o EUTROPEPTS)

G1–K1: Zonas altas de la cordillera con relieve de fuertes pendientes, altitud > a 24000m. Suelos arcillosos, moderadamente profundos, drenaje moderado, pH ligeramente ácido (5.5-6.5), fertilidad mediana. (TROPUDALFS y/o EUTROPEPTS).

Conjunto de Suelos K: Suelos rojos a pardo rojizos amarillentos, arcillosos, roca madre poco alterada, con presencia de kaolinita en superficie y montmorillonita en profundidad, arcilla dominante kaolinita. C.I.C. cerca de 20 meq/100g., S.B. igual o > a 50%.

K1: Zonas relativamente altas de la cordillera occidental, relieve de pendientes muy fuertes, altitud >2400m, áreas húmedas. Suelos arcillosos sobre roca meteorizada, poco profundos, drenaje moderado, pH ligeramente ácido (5.5-6.5), fertilidad mediana. (TROPUDALFS y/o EUTROPEPTS)

K2: Zonas bajas con relieve variable de moderado a fuerte, altitudes < a 2400 m. Suelos similares a K1 pero de áreas secas. (HAPLUSTALFS y/o USTROPEPTS).

K2–S2: Relieves de pendientes fuertes al norte de Cariamanga. Suelos arcillosos, poco profundos, drenaje moderado, pH ligeramente ácido, fertilidad baja (HAPLUSTALFS + USTORTHENTS).

Conjunto de Suelos N: Suelos negros derivados de material volcánico o en parte solamente, de texturas arcillo arenosas o arcillosas con incremento del porcentaje de arcilla en profundidad, presencia de horizonte argílico.

N4: Zonas bajas con relieve ondulado, altitud 2000-2500 m, áreas secas a muy secas. Suelos arcillo arenosos, incremento de arcilla en profundidad, moderadamente profundos, drenaje moderado, pH neutro (7.0), fertilidad mediana. (ARGIUSTOLLS)

Conjunto de Suelos S o E: Suelos poco profundos, arenosos a arcillo arenosos, generalmente erosionados, sobre roca dura o muy pedregosos.

S2: Vertientes bajas de la cordillera con relieve de fuertes pendientes, áreas secas. Suelos arcillo arenosos, superficiales, drenaje lento, pH ligeramente ácido (< 6.0), fertilidad muy baja. (USTORTHENTS).

S3: Zonas colinadas de fuertes pendientes y piedemonte ondulado, áreas muy secas. Suelos arcillo arenosos superficiales, drenaje moderado, pH ácido (4.5-5.5), fertilidad muy baja. (TORRIORTHENTS).

Conjunto de Suelos T o F: Suelos de origen aluvial, de texturas variables y distribución irregular del contenido de materia orgánica.

T3: Terrazas de los valles aluviales, áreas secas a muy secas. Suelos de textura franca, moderadamente profundos con poca pedregosidad, drenaje bueno, inundabilidad ocasional, pH neutro (7.0), fertilidad alta. (USTIFLUVENTS)

Conjunto de Suelos V: Suelos con más del 35% de arcilla del tipo montmorillonita, con presencia de grietas en la época seca, alta capacidad de intercambio catiónico.

V2: Partes bajas con relieve ligeramente ondulado, áreas secas. Suelos pardo oscuros, arcillosos, con agrietamiento y consistencia muy dura en la época seca, poco profundos, drenaje lento, pH neutro (7.2), fertilidad mediana. (CHROMUSTERTS)

V3: Partes bajas y ligeramente onduladas del valle de Catamayo, áreas muy secas. Suelos arcillosos, poco

profundos, drenaje lento, pH neutro a ligeramente alcalino (7.5-8.0), fertilidad mediana. (TORRETS)

Dentro de nuestra área de estudio podemos encontrar una edafología perteneciente al conjunto de suelos G característicos por su tonalidad suelos rojos o pardo rojizos, muy arcillosos, generalmente mezclado con roca madre poco meteorizada entre 1 y 2 metros, tipo arcilla kaolinita; los cuales están en la sub clasificación de "**G1–K1",** Suelos arcillosos, moderadamente profundos, drenaje moderado, pH ligeramente ácido (5.5-6.5), fertilidad mediana. (TROPUDALFS y/o EUTROPEPTS).[17]

2.5.10.2. Pendientes

El cantón Gonzanamá se caracteriza por tener o predominar las pendientes Muy Bajas las cuales ocupan el 42,49% del total del área que equivale a 29284,2819139 Ha. Las pendientes Bajas ocupan el 26,46% del total del cantón que corresponde a 18240,4802031 Ha.; las pendientes Medianas con 17046,2008388 Ha. ocupan el 24,74% del total del territorio del cantón. Las pendientes Altas ocupan el 6,18% del total del área, las cuales se traducen en 4256,6960719 Ha. Finalmente las pendientes Muy Altas ocupan 88,4234797 Ha. las cuales corresponden al 0,13% del total del área (Véase Mapa Nro.14; Mapa de Pendientes del Cantón Gonzanamá).

Tabla 2; Clasificación utilizada para elaborar el Mapa de Pendientes del Cantón Gonzanamá (SUAREZ; Zonificación de Amenaza y Riesgo)

[17] **CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA – ODEPLAN-EL MINISTERIO DE AGRICULTURA - MAG-Y LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y ORDENAMIENTO RURAL- DINAREN ; Memoria Técnica de la Cartografía e Información Social y de Infraestructura Comunitaria de la Provincia de Loja.**

CLASIFICACIÓN	PENDIENTE (%)	ÁNGULO DE INCLINACIÓN (°)	ÁREA OCUPADA (%)
Muy Baja	0 a 15	0 a 8,5	42,49
Baja	15 a 30	8,5 a 16,7	26,46
Mediana	30 a 50	16,7 a 26,6	24,74
Alta	50 a 100	26,6 a 45	6,18
Muy Alta	Más de 100	Más de 45	0,13

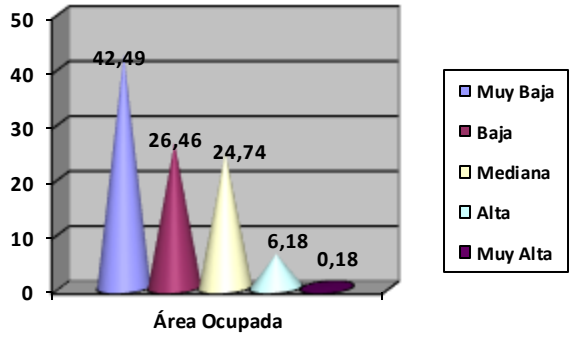


Gráfico Nro8. Relación Pendiente-Área Ocupada(Cantón Gonzanamá)

2.5.11. Áreas de extracción Minera

Dentro del área de estudio no existe la presencia de área de extracción minera.

2.5.12. Bosques Protectores y Áreas de interés ambiental

Dentro del catón Gonzanamá no existen áreas de interés ambiental, pero si se encuentra los Bosques Protectores Santa Rita 1, Santa Rita 2, Santa Rita 3 y La Chorrera. Cabe destacar que dentro del área de estudio no se encuentra ningún bosque protector ni áreas de interés ambiental (Véase Mapa Nro.15; Mapa de Bosques Protectores del Cantón Gonzanamá).

2.5.13. Áreas de patrimonio arqueológico

No existen áreas de patrimonio ecológico dentro del área de estudio.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Introducción

Para la elaboración del presente proyecto de utilizó la ayuda de equipos de topografía, geología, computación, como son:

- Estación Topográfica Trimble 5000

- GPS Garmin
- Martillo Geológico
- Brújula
- SIG (Arcview 3.2; 9.1)
- Cartas Topográficas de Gonzanamá. Escala 1:25000 y 1:50000
- Cartas Geológicas de Gonzanamá, Las Aradas y Cariamanga. Escala 1:100000
- Libreta de Campo

Dichos equipos serán utilizados para el análisis de la Topografía, Geología, Vegetación, Suelos y Pendientes del lugar en estudio.

La metodología utilizada para la determinación de Zonas Susceptibles a Movimientos en Masa en el Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá comprende dos etapas; en una primera etapa se realizará todo lo que comprende **Trabajos de Campo** y como complemento a estas actividades se procederá a realizar los **Trabajos de Gabinete**:

3.1.1. Trabajos de Campo:

Comprende un conjunto de actividades a realizarse en el Campo de acción directo de ejecución del proyecto; entre las principales actividades tenemos:

- Levantamiento Topográfico a detalle con la utilización de estación topográfica Trimble 5000.
- Levantamiento Geológico a detalle.
- Descripción de afloramientos.
- Localización y descripción de movimientos en masa.

- Levantamiento de cobertura vegetal.
- Descripción de usos del suelo.
- Recolección de muestras de suelos, agua y rocas.
- Inventario de deslizamientos presentes en la zona activos o inactivos.

3.1.2. Trabajos de Gabinete:

Consiste en la conjunción de diferentes factores los cuales pueden ser analizados en forma separada en función de las características que inciden en forma directa en la inestabilidad de los taludes.

Se utilizará como información base los siguientes mapas temáticos:

- Geológico; (Carta Geológica de Cariamanga y Gonzanamá Esc:1:100000)
- Topográfico; (Mapa Topográfico del Ecuador Esc:1:100000; Mapa Topográfico de Gonzanamá Esc:1:50000 y Mapa Topográfico de Nambacola y Gonzanamá Esc:1:25000)
- Pendientes; Obtenido a partir del mapa topográfico
- Vegetación, Suelos, Uso de la tierra; Base digital obtenido de la Memoria Técnica de la Cartografía e Información Social y de Infraestructura Comunitaria de la Provincia de Loja. CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA – ODEPLAN-EL MINISTERIO DE AGRICULTURA - MAG-Y LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y ORDENAMIENTO RURAL- DINAREN.

Se utilizará como herramienta digital de ayuda el programa Arcview y Erdas Imagen. Cada una de las unidades contenidas en los mapas se analizará de forma independiente en función de su incidencia en la generación o desencadenamiento de movimientos en masa.

Para esto se procederá a la asignación de valores de pesos (0-5) a cada una de las unidades contenidas en los diferentes mapas temáticos. Posteriormente estos mapas serán integrados mediante procesos de adición, obteniendo como resultado final el "Mapa de Susceptibilidad a Movimientos en Masa".

Cabe indicar que la información obtenida sirve de base para posteriores estudios que estén enfocados al Ordenamiento Territorial y al Desarrollo Sustentable de los pueblos.

3.2. Bases para la obtención de datos

3.2.1. Metodología utilizada para el Inventario de Deslizamientos

Dentro de la metodología empleada para realizar el inventario de Movimientos en Masa en el sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá, se utilizó la "Ficha Técnica de Caracterización de Movimientos en Masa" obtenido en la Universidad Nacional de Loja, así como el "Formato para Inventario de Movimientos en Masa Versión 1.0" utilizado por el Proyecto Multinacional Andino; Geociencias para las

Comunidades Andinas, (PMA-GCA); (Véase Anexo 1; Fichas para Inventario de Deslizamientos) en donde de acuerdo a los datos analizados se obtuvo la presencia de tres movimientos en masa presentes en la zona de estudio (Véase Mapa Nro.16; Mapa de Inventario de Movimientos en Masa en el Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá), los cuales corresponden a un Movimiento de Reptación, y dos deslizamientos superficiales de tierra.

3.2.2. Metodología utilizada para topografía y pendientes

3.2.2.1. Topografía

Dentro de las primeras actividades a realizarse fue el levantamiento topográfico a detalle escala 1:1000 del sector norte del área urbana del Cantón Gonzanamá. Los equipos que se utilizó para realizar la topografía del sector ya mencionado fueron:

- GPS Garmin
- Estación Total marca TRIMBLE serie 5600 DR200
- Un Trípode de Aluminio
- Dos prismas
- Un cargador con cable
- Dos baterías
- Cables de transmisión de datos

Fotografía Nro.1; Levantamiento Topográfico a detalle del Área de Estudio

Lo primero que se procedió a realizar fue la ubicación de un **punto de partida** que se constituye como la Estación "A" tomado con GPS de coordenadas geográficas UTM: Y=9532752; X=673255; Z=1980

(Cabe mencionar que se trabajó con Datum Horizontal PSAD56 y para la altura se tomó como referencia el Datum Vertical de la Estación Mareológica de Santa Elena)

Luego se procedió a ubicar la Estación Total en el punto ya mencionado; seguidamente se ubicó con el GPS otro punto que se viene a constituir como la Estación "B" de coordenadas geográficas UTM:

Y=9532832; X=673249; Z=2000

El cual sirve para referenciarse con la Estación Total y proceder a encerarla y geo-referenciarla corrigiendo el error que existe con respecto al GPS;

por lo que luego de corregido el error, las coordenadas verdaderas de la Estación "B" son:

Y=9532835,904; X=673255,001; Z=1989,282

Una vez corregido el error, se procedió a tomar diferentes puntos con los prismas a lo largo del terreno de interés, para así modelarlo a través de las curvas de nivel.

Seguidamente se procedió a cambiar de punto de partida cada vez que se cubría en su totalidad el terreno de interés; es así que se obtuvo 40 puntos de Estación (Véase Anexo 2; Tabla: Puntos de Estación).

A partir de cada Estación ubicada de las ya mencionadas anteriormente, se procedió a tomar diferentes puntos con la finalidad de irle dando forma al terreno, por lo que se tomó en cuenta la inducción de diferentes códigos con la finalidad de ubicar el lugar exacto de viviendas, vías, deslizamientos, etc. (Véase Anexos 3; Tabla: Códigos utilizados en el Levantamiento Topográfico).

La totalidad de puntos tomados a lo largo de todo el levantamiento topográfico realizado fue de 1040 puntos, obteniéndose un área total levantada de 69,6819806 Ha. correspondientes al sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá.

Una vez concluido el trabajo de campo a través de la recolección de puntos por medio de la Estación Topográfica, se procedió a procesar los datos en un computador por medio del software denominado "GEODIMETER Versión 2.0", seguidamente estos

datos obtenidos de este software se procesan nuevamente por medio del programa "ForeSight Versión 1.3.1", para generar las curvas de nivel, este nuevo archivo obtenido se lo exporta al programa "AutoCad" guardándolo como extensión ".dxf de AutoCad". Aquí se procede a editar el dibujo por medio de la creación de "capas" que contengan información de la totalidad del levantamiento topográfico realizado (Véase Anexos 4; Tabla: Capas creadas en AutoCad para la edición del Levantamiento Topográfico).

3.2.2.2. Pendientes

Luego de realizado el levantamiento topográfico, se procedió a utilizar esta información en formato digital, generada a partir de los trabajos de campo para generar un mapa de pendientes (Véase Mapa Nro.17; Mapa de Pendientes del Sector Norte del Área Urbana del cantón Gonzanamá), en el cual se pueden distinguir cinco clases de intervalos que sub-clasifican el terreno en igual número de partes lo cual nos permite valorar o asignar pesos diferentes a las distintas áreas generadas a partir de esta clasificación.

El método utilizado para esta clasificación fue el de "Reclassify" utilizado en el sistema de información geográfico Arcview versión 3.2. Se procede a activar la extensión de "3D Analyst" y de "Spatial Analyst"; seguidamente a partir del tema de curvas de nivel que se posee al cual se lo obtuvo a partir del trabajo de campo generamos un tema de TIN que modela el

terreno en tres dimensiones a partir del levantamiento topográfico que se posee yendo a "Surface" en "Create TIN from Features…"; una vez obtenido esta modelación del terreno, procedemos a convertir este nuevo tema en "GRID"; seguidamente nos dirigimos nuevamente a "Surface" a "Derive Slope" y seleccionamos la opción de "Same as View" en el recuadro Output Grid Extent y aceptamos. Una vez creado este nuevo tema lo seleccionamos y nos dirigimos a "Analysis" la opción de "Reclassify…" y procedemos a clasificar en cinco clases dicho tema creado; una vez generado este nuevo tema que sub-clasifica el terreno en zonas de Muy Baja, Baja, Mediana, Alta y Muy Alta pendiente; para finalmente convertir dicho tema a archivo "shape" para poder editarlo y manejarlo desde los SIG. La clasificación utilizada fue la de el autor "Suarez" en su libro Deslizamientos y Estabilidad de taludes en Zonas Tropicales.

Como resultado final se obtiene la siguiente clasificación de pendientes:

Tabla 3; Clasificación utilizada para elaborar el mapa de pendientes del área de estudio (SUAREZ, Zonificación de Amenaza y Riesgo)

CLASIFICACIÓN	PENDIENTE (%)	ÁNGULO DE INCLINACIÓN (°)	ÁREA OCUPADA (%)
Muy Baja	0 a 15	0 a 8,5	57,58
Baja	15 a 30	8,5 a 16,7	32,23
Mediana	30 a 50	16,7 a 26,6	8,18

Alta	50 a 100	26,6 a 45	1,92
Muy Alta	Más de 100	Más de 45	0,09

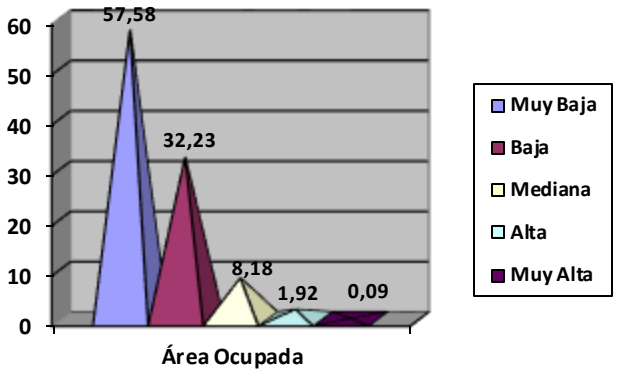


Gráfico Nro2; Relación Pendiente-Área ocupada (Área de Estudio)

3.2.3. Metodología utilizada para obtención de geología local y puntual

Para la descripción de la geología local y puntual se utilizó la observación directa y descripción de afloramientos presentes a lo largo de la zona de estudio con la ayuda de Fichas Técnicas de "Descripción de Afloramientos" obtenidas en la Universidad Nacional de Loja (Véase Anexo 5; Fichas para Descripción de Afloramientos), además de la recolección de muestras a lo largo de los mismos y además en los cursos de agua. En base a esto dentro de la geología local del área de estudio se puede distinguir la presencia clara de la formación Gonzanamá, suelos residuales y depósitos coluviales.

3.2.4. Metodología para el Análisis y Cálculo de Susceptibilidad a Movimientos en Masa

La metodología utilizada para el análisis y cálculo de la Susceptibilidad a Movimientos en Masa está basada en la propuesta por "Suarez" en su Libro Zonificación de Amenaza y Riesgo, la cual se basa en un sistema teórico; en donde se analizan el mayor número de variables que puedan afectar directamente a la aparición de movimientos en masa, los cuales se los considera como factores condicionantes.

Seguidamente, esta metodología se la elaboró utilizando los Sistemas de Información Geográfica; específicamente el software Arcview 3,2. Es así que se realizó la superposición de Mapas, en donde a la vez se elaboró la reclasificación de los campos de la tabla de datos alfanuméricos, el índice de susceptibilidad, la asignación de pesos relativos, elaboración de la matriz de tabulación y la definición de rangos de susceptibilidad.

3.2.4.1. Reclasificación de los Campos de la tabla de datos alfanuméricos

Este método permite desarrollar una aproximación del grado de susceptibilidad de los movimientos en masa, a partir de parámetros que presentan mayor influencia en la inestabilidad del terreno, los cuales los denominaremos factores condicionantes, mismos que se encuentran intrínsecos en el terreno.

El proceso se basa en la reclasificación de los campos de cada una de las variables que intervienen en la determinación de las categorías de susceptibilidad, estas variables son cada uno de los factores condicionantes antes descritos, entre los que tenemos: morfometría (pendientes), litología (tipos de

roca), tipo de suelo, cobertura vegetal (fisionomía de la vegetación) y clima (precipitaciones); cada una de estas variables contiene campos de clasificación del terreno, a los cuales se les asigna pesos relativos previamente establecidos en función de su incidencia en la susceptibilidad de los movimientos en masa.

Luego se establece el campo sumatoria, el cual es el resultado de la sumatoria de cada uno de los campos de las variables establecidas y antes mencionadas; adicionalmente se agrega un campo llamado rangos, en el cual se especifica el grado de clasificación de cada uno de los valores sumados, desde los valores más bajos a los más altos.

3.2.4.2. Índice de Susceptibilidad

El índice de susceptibilidad a movimientos en masa se expresa a través de la siguiente relación matemática:

$$\textbf{Susceptibilidad} = P + L + S + V + Pr$$

En donde:

P= Valor de la variable pendiente

L= Valor de la variable litológica

S= Valor de la variable Tipo de suelo

V= Valor de la variable Vegetación

Pr= Valor de la variable Precipitación

3.2.4.3. Asignación de pesos relativos

Está basada en la asignación de pesos o valores numéricos basados en las condiciones biofísicas menos favorables para que se presenten los movimientos en masa, dentro del área de estudio; es decir, en el análisis de cada una de las variables de los factores condicionantes.

Estos pesos relativos van de los rangos de 1 al 5; en donde el valor 1 se refiere a las condiciones menos favorables para que se produzcan los movimientos en masa, y por el contrario el valor 5 se refiere a las condiciones biofísicas favorables que hacen posible la existencia de movimientos en masa las cuales hacen que aumente la susceptibilidad a estos movimientos.

3.2.4.4. Elaboración de la matriz de tabulación

Está basada en la generación y análisis de una matriz de doble entrada, a la cual la denominaremos matriz de tabulación. En esta matriz de doble entrada las filas corresponden a las unidades espaciales en análisis, es decir el grado de susceptibilidad y las columnas corresponden a cada una de las variables de los factores condicionantes utilizados; en donde en cada casilla se ubican los pesos relativos basándose en el indicador da cada variable para finalmente realizar la sumatoria total para cada una de las unidades espaciales en análisis.

3.2.4.5. Definición de rangos de susceptibilidad

Se realiza la sumatoria de los pesos relativos asignados a cada una de las variables analizadas, por lo que se determinan 5 clases de susceptibilidad las cuales están definidas a continuación:

Tabla Nro4; Definición del Grado de Susceptibilidad. (Suarez; Zonificación de Amenaza y Riesgo)

GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD	DEFINICIÓN DEL ÁREA
Muy Alta	Área Muy Susceptible a Movimientos en Masa
Alta	Área Susceptible a Movimientos en Masa
Media	Área Poco Susceptible a Movimientos en Masa
Baja	Área Muy Poco Susceptible a Movimientos en Masa
Muy Baja	Área Estable a Movimientos en Masa

4. RESULTADOS

4.1. Inventario de Deslizamientos

Se identificó la presencia de tres movimientos en masa, descritos a continuación:

MOVIMIENTO 1.- Ubicado en las coordenadas geográficas UTM:

X= 673259

Y= 9532751

Z= 1985

Fotografía Nro.2; Movimiento de Reptación al Suroeste del área de estudio

Se localiza al Sur-Oeste del área de estudio con dirección S 57° W, ocupa un área de 3784m^2; se trata de un movimiento de Reptación no canalizado, con una longitud de 100 m. desde el escarpe hasta la base y con un ancho promedio de la zona de aporte de 40 m., con un tipo de falla indeterminada. El mecanismo es un evento sencillo y lento, la actividad en que se encuentra es Latente con estilo único y una distribución Progresiva.

El tipo de cobertura vegetal y uso de suelo, se caracterizan por la presencia de vegetación herbácea y matorrales con porcentajes que van de 92% y 6% respectivamente, el área está destinada a la ganadería. El material que presenta el movimiento se compone de Detritos en un 20%, tierra en un 25%, arcilla en un 40% y materia orgánica en un 15%. La humedad presente en el suelo va de

Muy húmeda a húmeda con una plasticidad media del mismo, donde el origen del suelo es del tipo residual.

Presenta un escarpe vago semicircular con un área pequeña, es decir menor a 200 m^2, la vegetación que presenta es escasa. La deformación del terreno tiene modo de escalonamiento con una severidad leve. La característica de la forma de la masa desplazada es que la longitud es mayor que el ancho, el estado de dicha masa es en forma de flujo, presenta zonas de alta humedad especialmente en su parte superior, la vegetación presente es escasa con presencia de arbustos y pastizales.

La superficie de falla es suelo residual, la causa probable es el exceso de agua, material plástico débil, deforestación o ausencia de vegetación y la gravedad, el factor disparador se puede deber a las lluvias las cuales aumentarían la humedad del sitio y por lo tanto disminuir la resistencia al corte o cizallamiento del suelo y al mantenimiento deficiente del sistema de drenaje. No son visibles rasgos estructurales, ya que el movimiento es de suelo y no existe la presencia de roca. El daño se observa en las áreas de pasto que existe, no se evidencia medidas de estabilización o contención. En base al levantamiento topográfico y a la realización de un corte de perfil, se determinó un volumen de 3027,2 m^3. Donde la profundidad promedio de la masa que se desplaza es de 80 cm. (Véase Anexo Nro. 8; Perfil de Movimiento 1)

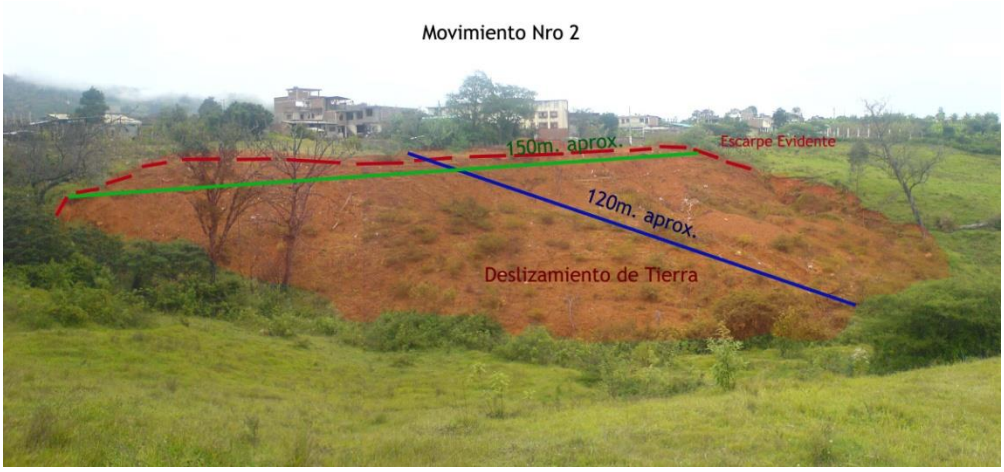
MOVIMIENTO 2.- Ubicado en las coordenadas geográficas UTM:

X= 673979

Y= 9532840

Z= 2025

Se localiza en la parte central del área de estudio con dirección N 35° W, posee un área de 7150m^2, y un volumen de 7150 m^3, con una potencia promedio del materia que se desplaza de 1 m. (Véase Anexo Nro9: Perfil de Movimiento 2); se trata de un Deslizamiento traslacional superficial de tierra canalizado, con una longitud de 120 m. desde el escarpe hasta la base y con un ancho promedio de la zona de aporte de 150 m., con un tipo de falla indeterminada. El mecanismo es un evento sencillo y lento, la actividad en que se encuentra es Latente-Activo con estilo único y una distribución Confinada.



Fotografía Nro.3; Deslizamiento de Tierra en la parte central del área de estudio

La cobertura vegetal no existe por lo que el área está destinada a la construcción de viviendas. El material que presenta el movimiento se compone de Detritos en un 20%, tierra en un 20%, arcilla en un 40% y cantos en un 20%. La humedad presente en el suelo es Muy húmeda con una plasticidad media del mismo, donde el origen del suelo es del tipo residual.

Presenta un escarpe evidente con un área mediana, es decir entre 200-500 m^2 y no presenta vegetación. La

deformación del terreno tiene modo de ondulación con una severidad severa. La característica de la forma de la masa desplazada es que la longitud es menor que el ancho, el estado de dicha masa es desintegrada en forma de flujo, presenta zonas de alta humedad, no existe presencia de vegetación.

La superficie de falla es suelo residual y material de relleno, la causa probable es el exceso de agua, material plástico débil, deforestación o ausencia de vegetación, lluvias y la gravedad, el factor disparador se puede deber a las lluvias, al mantenimiento deficiente del sistema de drenaje, escapes de agua de tubería y disposición deficiente de estériles/escombros. No son visibles rasgos estructurales, ya que el movimiento es de suelo y no existe la presencia de roca. El daño se observa en las áreas de pasto que existe a los alrededores, no se evidencia medidas de estabilización o contención.

MOVIMIENTO 3.- Ubicado en las coordenadas geográficas UTM:

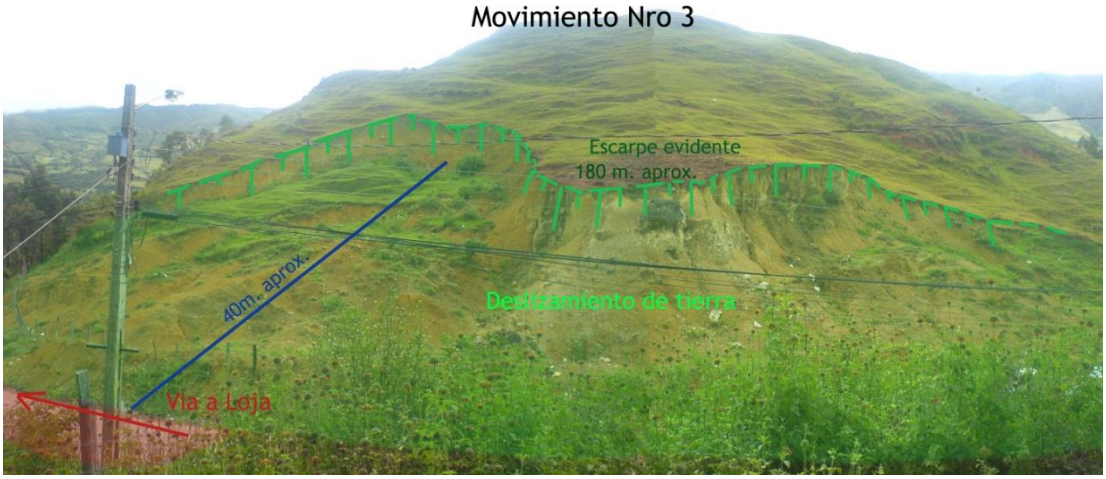
X= 674254

Y= 9533074

Z= 2075

Se localiza en la parte noreste del área de estudio con dirección N - W, ocupa un área de 4683m^2 y un volumen de 5619,6 m^3 ya que posee una potencia de 1,2 m de espesor la masa que se desplaza. (Véase Anexo Nro10: Perfil de Movimiento 3); se trata de un Deslizamiento traslacional superficial de tierra no canalizado, con una longitud de 40 m. desde el escarpe hasta la base y con un ancho promedio de la

zona de aporte de 180 m., con un tipo de falla indeterminada. El mecanismo es un evento sencillo y lento, la actividad en que se encuentra es Latente con estilo único y una distribución Ensanchada.



Fotografía Nro.4; Deslizamiento de Tierra en la Vía que conduce a la ciudad de Loja

Existe la presencia de vegetación herbácea en 80% y un 20% no posee vegetación, el área está destinada a la ganadería.

El material que presenta el movimiento se compone de Detritos en un 20%, tierra en un 40%, arcilla en un 20%, cantos en un 10% y bloques en un 10%.El suelo no presenta humedad, se encuentra seco y cuenta con una plasticidad media, siendo el origen del suelo del tipo residual.

Presenta un escarpe evidente con un área grande, es decir mayor a 500 m^2 y no presenta vegetación.

La deformación del terreno tiene modo de ondulación con una severidad severa.

La característica de la forma de la masa desplazada es que la longitud es menor que el ancho, el estado de dicha masa es desintegrada, no presenta zonas de humedad, existe

presencia de vegetación arbustiva en un 10% y el 90% está sin vegetación.

La superficie de falla es suelo residual, la causa probable es el material plástico débil, deforestación o ausencia de vegetación, y pendiente muy alta; el factor disparador se puede deber a las lluvias y a la vibración artificial (tráfico). No son visibles rasgos estructurales, ya que el movimiento es de suelo y no existe la presencia de roca. El daño se observa en las áreas de pasto que existe a los alrededores, no se evidencia medidas de estabilización o contención.

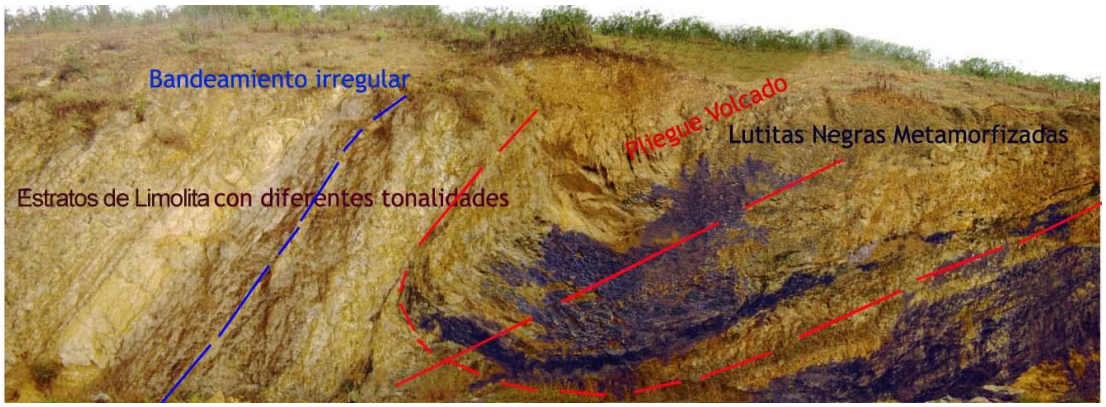
En base al análisis de cada una de las fichas técnicas de inventario de movimientos en masa, se obtuvo como resultado el Mapa de Inventario de Movimientos en Masa en el Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá.

4.2. Geología Local y Puntual

Se puede distinguir la presencia de estratos intercalados de lutitas negras con un alto grado de plasticidad, con potencias de 50 cm. aproximadamente; y estratos de limolita con mayor grado de dureza, claramente fracturados y erosionados con potencias de 30-50 cm. aproximadamente (Véase Mapa Nro.18; Mapa Geológico del Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá). Se puede evidenciar la presencia de diferentes tonalidades de color de los estratos, los cuales se puede diferenciar de colores que van desde amarillo pálido a café pardo llegando a colores más intensos y obscuros como el gris.

Es claramente observable el bandeamiento irregular de los estratos, así como la formación de pequeños pliegues volcados, y pliegues anticlinales. La dirección o rumbo

predominante de las capas de estratos es Norte 30° Oeste, y su buzamiento es Sur 47° Oeste, con pequeñas variaciones en sus ángulos tanto de dirección como de inclinación.



Fotografía Nro. 5. Afloramiento de Estratos de Limolitas y Lutitas

Estos estratos afloran en la vía que conduce a La Banda, donde es observable estratos casi horizontales de capas de limolita de diferentes colores, como gris claro y amarillas intercalados entre sí con potencias de 30-50 cm. Dichos estratos están claramente meteorizados y fracturados; con una dirección predominante hacia el Norte 86° Oeste y buzamiento hacia el Sur 2° Oeste.

Se pueden observar en la mayoría del área de estudio, arcillas que varían de color amarillo a tomate. Se procedió a realizar una calicata de 2 m. de profundidad (Véase Fotografía Nro4; Calicata construida en terreno arcilloso), en la cual en su parte superior, a nivel del suelo se puede observar la presencia de materia orgánica con una potencia de entre 15-20 cm., la cual se vendría a constituir como el horizonte “A” del suelo, seguidamente se puede distinguir el horizonte “B” compuesto por arcillas de color amarillentas a tomates, cafés, y rojizas las cuales se encuentran levemente erosionadas con presencia de detritos angulados con dimensiones que van de los 2-15 cm. de

diámetro con una potencia de entre 1.8 - 1.85 m. (Véase Fig.4; Perfil litológico de Calicata). No existe presencia de estratificación, por lo que no es posible la lectura de datos estructurales. La vegetación presente en la zona es de pastizal, por lo que la zona está destinada a la ganadería.

Fotografía Nro.6; Calicata construida en terreno arcilloso

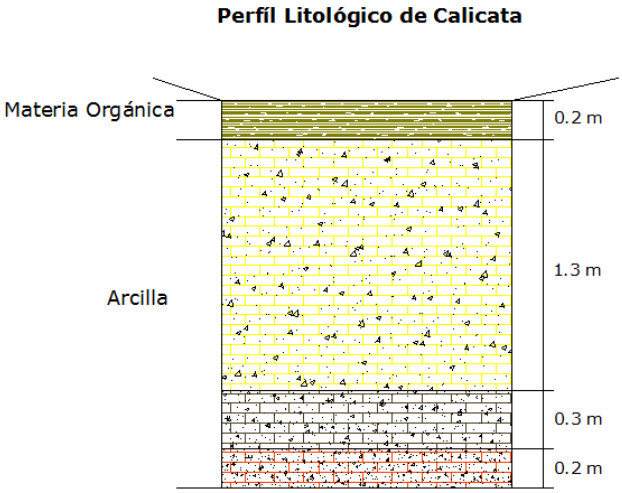


Fig.4; Perfil litológico de Calicata

Litológicamente se puede determinar la presencia de una primera capa que corresponde a rocas sedimentarias de estratos de lutitas negras con intercalación de estratos de limolita de diferentes tonalidades correspondientes a la formación Gonzanamá y producto de la erosión y

descomposición de la misma la formación de suelos residuales arcillosos de potencias considerables en el orden de metros, que se constituyen como el material dominante dentro del área de estudio.

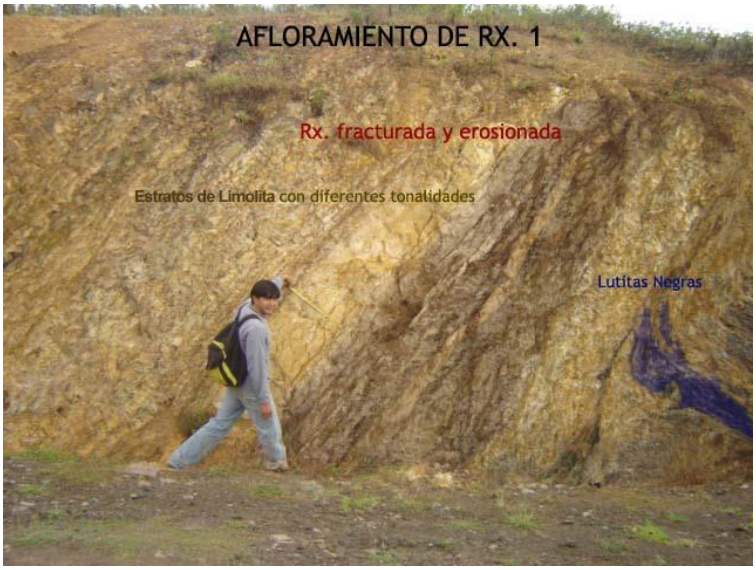
Se realizó la descripción de afloramientos, los cuales se detallan a continuación:

Afloramiento de Roca 1.-

Se encuentra en las coordenadas UTM:

x = 674288; y = 9532683; z = 2050

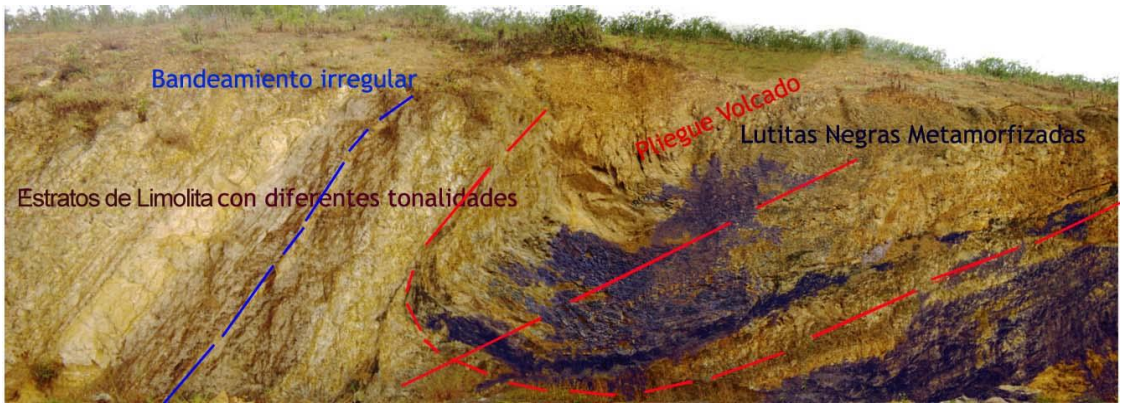
Se extiende a lo largo de la vía que conduce a Purunuma en su margen derecha, hacia la parte Sur del área urbana del cantón Gonzanamá.



Fotografía Nro7; Afloramiento de Roca a lo largo de la vía que conduce a Purunuma.

Dentro de las características que se pueden distinguir en este afloramiento es de encontrarse conformado por estratos intercalados de lutitas negras con un grado de plasticidad, con potencias de 50cm. aproximadamente; y estratos de limolita con mayor grado de dureza, claramente

fracturados y erosionados. Se puede evidenciar la presencia de diferentes tonalidades de color de los estratos, los cuales se puede diferenciar de colores que van desde amarillo pálido a café pardo llegando a colores más intensos y obscuros como el gris.



Fotografía Nro8; Afloramiento de estratos de Limolita y Lutitas a lo largo de la vía que conduce a Purunuma

Es claramente observable el bandeamiento irregular de los estratos así como la formación de pequeños pliegues volcados, y pliegues anticlinales. La dirección o rumbo predominante de las capas de estratos es Noreste, y su buzamiento predominante es Sureste, con variación en sus ángulos tanto de dirección como de inclinación. El Rumbo y Buzamiento que se obtuvo con la ayuda de la Brújula fueron:

R= N 30° W; Bz= 47° SW

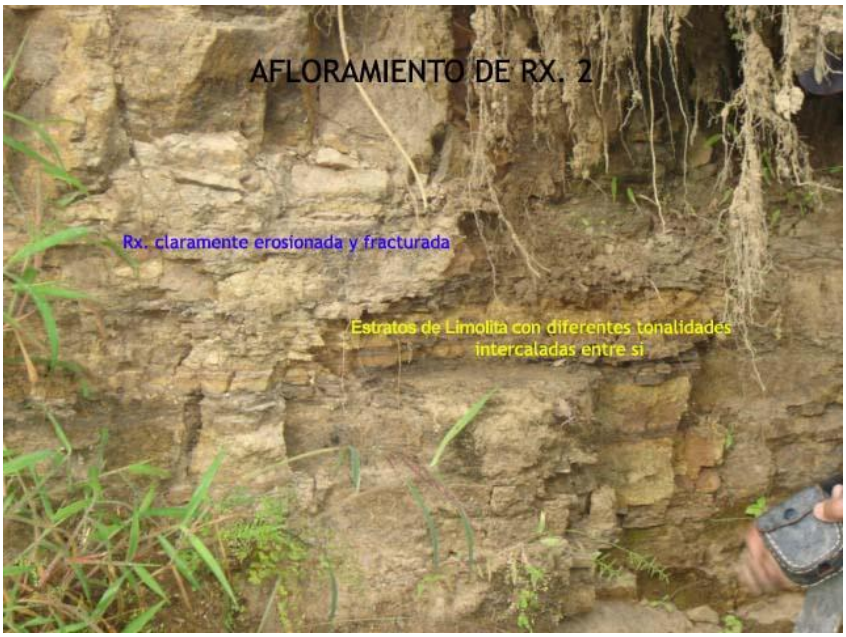
Afloramiento de Roca 2.-

Localizado en las coordenadas UTM:

x = 674103; y = 9533126; z = 2056

Es observable a lo largo de la vía que conduce al sector “La Banda”, extendiéndose hacia el Norte del área urbana del cantón Gonzanamá.

Conformado principalmente por estratos casi horizontales de capas de Limolita con una coloración que va de color gris claro a amarillas intercaladas entre sí con potencias de 30 a 50cm. Dichos estratos están claramente meteorizados y fracturados; con una dirección predominante hacia el Noroeste y buzamiento hacia el Suroeste.



Fotografía Nro9; Afloramiento de Roca a lo largo de la vía que conduce a "La Banda"

El Rumbo y Buzamiento que se obtuvo con la ayuda de la Brújula fueron:

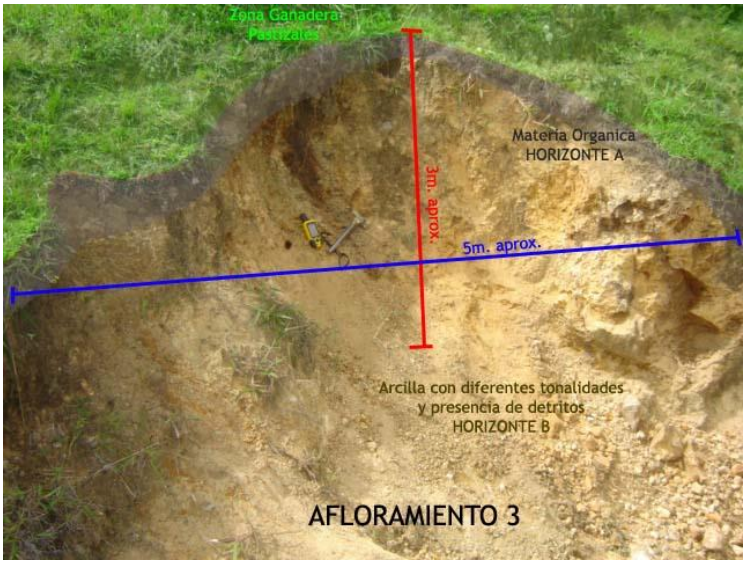
R= N 86° W

Bz= 2° SW

Afloramiento 3.-

Localizado en las coordenadas UTM:

x = 673259; y = 9532751; z = 1978



Fotografía Nro10; Afloramiento de Suelo cerca a la vía que conduce a Cariamanga

Afloramiento de aproximadamente 5 m. de ancho por 3 m. de alto caracterizado por la presencia de arcillas de color amarillo a tomate. En su parte superior a nivel del suelo se puede observar la presencia de materia orgánica con unos 20 cm. de potencia aproximadamente que se vendría a constituir como el horizonte “A” del suelo, seguidamente se puede distinguir el horizonte “B” compuesto por arcillas de color amarillentas a tomates las cuales se encuentran levemente erosionadas con presencia de detritos angulados con dimensiones que van de los 2-5 cm. de diámetro. La vegetación presente en la zona es de pastizal, por lo que la zona está destinada para uso ganadero.

Afloramiento 4.-

Localizado en las coordenadas UTM:

x = 673414; y = 9533025; z = 1990

Fotografía Nro11; Afloramiento 4

Sus dimensiones van de 3 m. de alto por 8 m. de largo aproximadamente, es un afloramiento de capas de lutitas de coloración que va del gris al café misma que se encuentra levemente meteorizada y sumamente fracturada, sobre la cual se encuentra formada una capa de suelo orgánico de aproximadamente 20 cm. de espesor donde existe pastizal el cual es destinado para uso ganadero.

En dicho afloramiento no es distinguible determinar una orientación o rumbo ni el buzamiento por el fracturamiento intenso de la roca, el número de capas no es observable por lo que se puede distinguir la presencia de una sola capa de estratos de roca.

Afloramiento 5.-

Localizado en las coordenadas UTM:

x = 673658; y = 9532900; z = 2024

Sus dimensiones oscilan entre los 10 m. de ancho por 4 m. de alto, está compuesto por material arcilloso limoso

consolidado y erosionado con un grado de humedad bajo de coloración rojizo amarillento por lo que este afloramiento se constituye como el horizonte "B" del suelo, siendo el horizonte "A" una capa de suelo orgánico de 20 a 30 cm. de potencia sobre el cual se encuentran pastizales los cuales son destinados para uso ganadero. No es observable la distinción de estratos donde se pueda determinar un rumbo y un buzamiento.

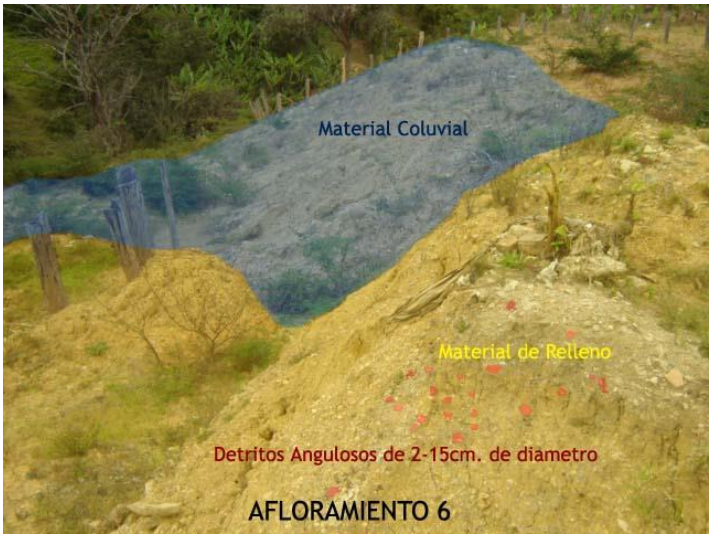
Fotografía Nro12; Afloramiento 5

Afloramiento 6.-

Localizado en las coordenadas UTM:

x = 673976; y = 9532840; z = 2030

Se constituye como un deslizamiento de tierra superficial compuesto principalmente por material coluvial y material de relleno arcilloso con clastos angulosos de detritos de cuarcita con dimensiones que van de los 2 a los 15 cm. de diámetro, la matriz es de coloración amarillenta a café.



Fotografía Nro13; Afloramiento 6

En la parte superior del mismo, en lo que constituye la cabecera del deslizamiento se procedió a realizar una calicata de 2 m. de profundidad en donde se determinó como base suelos residuales caracterizados por arcillas las cuales varían en su coloración distinguiéndose tres clases de colores los cuales van desde su parte superior a la inferior de un amarillento con presencia de clastos de detritos angulados de 2-15 cm. de diámetro con una potencia de 1,5 m.; seguidamente tenemos una capa de arcilla de coloración café con clastos pequeños de detritos de cuarzo de 2-5 cm. de diámetro y con una potencia de 30 cm. y finalmente la presencia de una arcilla de coloración rojiza con una profundidad indeterminada la cual presenta una mayor plasticidad que las anteriores.

Fotografía Nro14; Calicata construida cerca del Movimiento de Masa 2

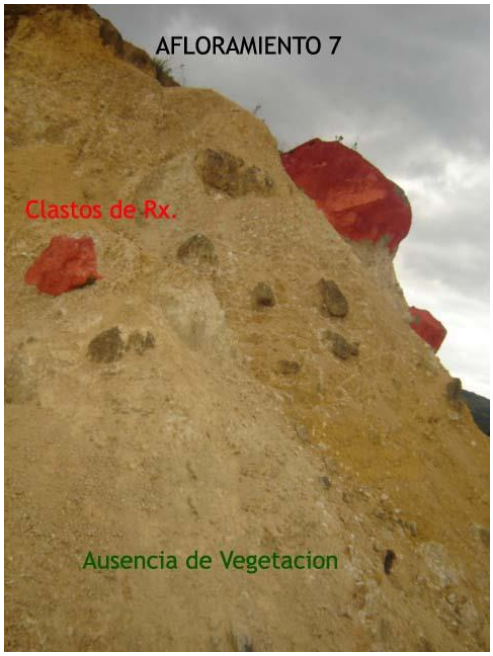
No es apreciable la diferenciación de estratos, por lo que no se tomo la dirección ni el buzamiento de los mismos.

En el deslizamiento en si no existe presencia de vegetación, en sus partes alrededores existe presencia de pastizales y de arbustos.

Afloramiento 7.-

Localizado en las coordenadas UTM:

x = 674254; y = 9533074; z = 2056



Fotografía Nro15; Afloramiento a lo largo de la vía que conduce a la ciudad de Loja

Afloramiento de roca ubicado a lo largo de la vía que conduce a Loja en el cual se diferencia la presencia de arcilla con presencia de detritos angulados de 2-5 cm. de diámetro con clastos de roca. Se encuentra erosionado en su mayor parte, la vegetación que existe es escasa y en sus alrededores pastizales. Este afloramiento es producto de un deslizamiento de tierra. No es evidente la presencia de estratos por lo que no se tomo el rumbo ni el buzamiento.

4.3. Muestreo de rocas y suelos

Para el muestreo de rocas se recolectó las muestras de roca: MRx1, MRx2, MRx3 y MRx4 a lo largo de los afloramientos antes descritos específicamente en los afloramientos 1,2 y 7; ya que no se realizó trabajos de perforación debido a que no se contó con el presupuesto suficiente para realizar dicha actividad.

Para el muestreo de suelos se elaboró una red de muestreo en el programa AutoCAD versión 2008 (Véase

Mapa Nro19; Mapa de Muestreo de Agua, Rx y Suelos en el sector Norte del Área Urbana del cantón Gonzanamá); en donde los ejes Y están separados a una distancia de 250 m. empezando desde la coordenada 9532750 hacia mayores ubicando los ejes 9533000 y 9533250; para los ejes en X se los ubicó cada 300 m. con un ángulo de inclinación de 45° desde el Norte hacia el Este siendo el punto de partida la coordenada X= 674470 hacia menores, obteniendo 10 puntos de intersección en los cuales se hizo la recolección de muestras. Se tomó como base el levantamiento topográfico realizado y el límite urbano del área de estudio; en donde en base a esto y a lo anteriormente descrito se recolectó 9 muestras de suelo, de las cuales debido al presupuesto, se analizaron 4 muestras.

4.3.1. Resultados

El muestreo de Rocas, tuvo como objetivo la obtención de muestras de Roca representativas que nos muestren las propiedades físico-mecánicas de la roca. Dichas muestras recolectadas no fueron posibles realizar el análisis, ya que las mismas se encontraban sumamente fracturadas, por lo que no se realizó el análisis de rocas.

Por el contrario, en base al análisis de las muestras de suelo recolectadas se pudo determinar la presencia de “suelos arcillosos”; con variación en la cantidad de Limo y Arena presentes en los mismos (Véase Mapa Nro20; Mapa de Suelos del Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá). Existen dos tipos diferenciados de suelo, que poseen texturas diferentes, en donde la cantidad de Arena varia de 18-52%; la cantidad de Limo varia de 52-26% y la cantidad de Arcilla va de 30-22%.

Existe la presencia de Suelo Franco Arcilloso Arenoso, ligeramente ácido, característicos de los suelos bajos en Calcio; y la presencia de Suelo Franco Arcilloso Limoso, de iguales características al ya mencionado anteriormente, con respecto a la acidez. Estos suelos son altamente erosionables por agua y transporte.

4.4. Datos referidos a escenarios de precipitación

En lo referido a escenarios de precipitación se tomó como base la información referida a las precipitaciones (Isoyetas) y temperatura (Isotermas) obtenida en base digital del CINFA (Centro Integrado de Geomática Ambiental); así como la interpretación de datos estadísticos obtenidos en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, de la Estación Meteorológica de Gonzanamá de Código M149, ubicada en las coordenadas UTM:

X= 674289

Y= 9532544

Z = 2040

4.5. Tipos de Cobertura

Dentro del área de estudio se realizó el levantamiento de vegetación, por observación directa, interpretación del registro fotográfico de fotos tomadas a lo largo de toda la zona de estudio y adicionalmente se tomó como soporte el levantamiento topográfico realizado (Véase Mapa Nro21; Mapa de Vegetación del Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá).

4.6. Resultados

Como resultado del análisis de datos estadísticos y de datos obtenidos en el campo se obtuvo el mapa de Isoyetas, Isotermas y de Cobertura Vegetal del área de estudio, los cuales se describen a continuación:

4.6.1. Isoyetas

Se refiere a las precipitaciones presentes en el área de estudio (Véase Mapa Nro22; Mapa de Isoyetas del Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá). En el cantón Gonzanamá las precipitaciones van de los 500-1500 mililitros por año, con una media anual de 1000 mm/año.

En el sector norte del área urbana del cantón Gonzanamá las precipitaciones van de 1000-1250 mililitros por año con una media anual de 1161,7 mm/año. De acuerdo a los registros del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, en la Estación Gonzanamá de Código M149, donde la mayor precipitación registrada en esta zona fue en el año de 1983 con 1641,9 mm/año; por el contrario en el año 1996 se registró la menor precipitación anual con un valor de 396,5 mm/año; durante el periodo 1980-2007.

En el área de estudio, de acuerdo a datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de la Estación Gonzanamá, de Código M149, durante el periodo 1980-2007 tenemos los siguientes datos en cuanto a Precipitaciones:

Tabla Nro5; Precipitación Mensual (mm); Estación Gonzanamá (M149), Periodo 1980-2007

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL MEDIA ANUAL
Media	138.3	189.0	264.0	173.5	72.3	9.5	9.3	3.9	30.6	72.8	80.9	117.1	96.8

Mínima	20.4	0.0	45.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Máxima	347.3	429.0	691.8	343.0	179.3	56.0	52.3	25.3	86.5	277.8	313.4	362.0	691.8

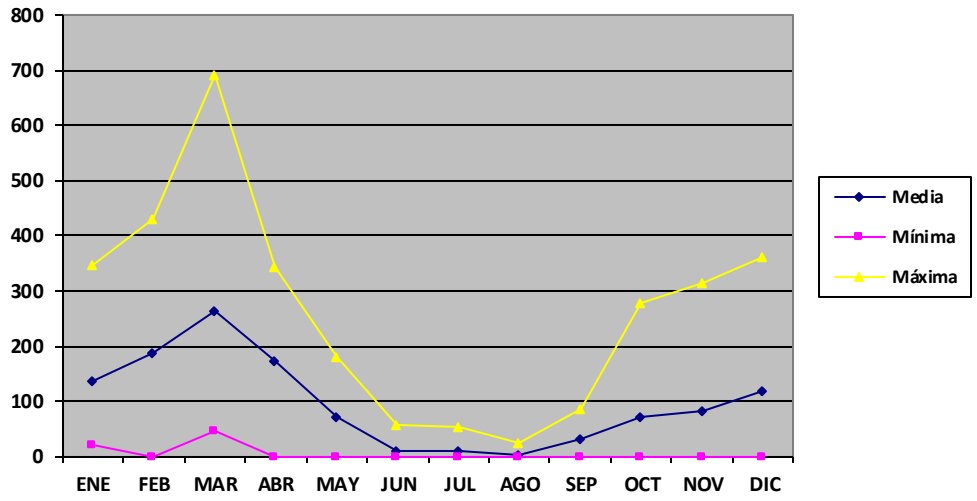


Gráfico Nro3; Precipitación Mensual (mm); Estación Gonzanamá (M149),Periodo 1980-2007

Siendo el mes de Marzo donde se han registrado la mayor cantidad de precipitaciones sobre esta zona, y los meses de Junio, Julio y Agosto donde las precipitaciones han sido en menor cantidad.

Los vientos, están directamente relacionados con el comportamiento del clima y con la variación de temperaturas, y se encuentra influyendo en la erosión de las rocas; datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de la Estación Gonzanamá de Código M149, tenemos:

Tabla Nro6; Velocidad del Viento Media de 24 horas (m/s), Estación Gonzanamá (M149), Periodo 1980-2007

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL MEDIA ANUAL

Media	0,76	0,81	0,81	0,94	1,04	1,46	1,51	1,53	1,43	1,03	0,88	0,82	1,09
Mínima	0,49	0,59	0,50	0,47	0,77	0,98	1,42	1,25	1,20	0,81	0,54	0,52	0,47
Máxima	0,99	1,32	1,76	1,65	1,49	1,88	1,68	1,81	2,01	1,44	1,29	1,31	2,01

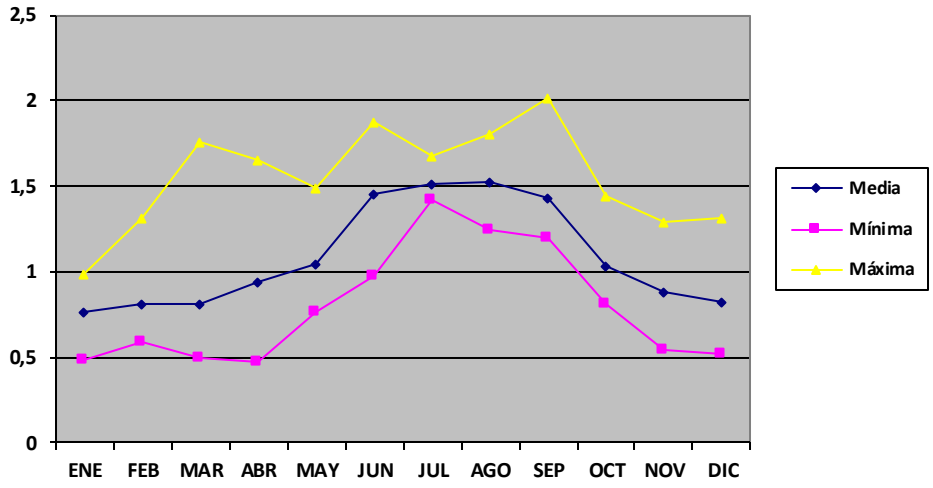


Gráfico Nro4; Velocidad del Viento Media de 24 horas (m/s), Estación Gonzanamá (M149),Periodo 1980-2007

Siendo el mes de Agosto donde se registra la mayor velocidad de los vientos con 1,53 m/s; y el mes de Enero los vientos registran una menor velocidad con 0,76 m/s.

4.6.2. Isotermas

Tiene que ver en lo que respecta a la temperatura presente en la zona (Véase Mapa Nro23; Mapa de Isotermas del Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá). Donde podemos determinar que en el cantón Gonzanamá las temperaturas oscilan de los 16-26°C con una media anual de 21°C.

En el sector norte del área urbana del cantón Gonzanamá las temperaturas van de los 15,3 – 18,7°C con una media anual de 16,9°C. De acuerdo a registros en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, en la

Estación Gonzanamá de Código M149; en el mes de Octubre del año 1997 se registro una temperatura de 18,7°C; y en el mes de Enero del año 1985 se registro la una temperatura de 15,3°C, durante el periodo 1980 - 2007.

En el área de estudio, de acuerdo a datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de la Estación Gonzanamá, de Código M149, en el periodo 1980-2007 tenemos:

Tabla Nro7; Temperatura Media Mensual (GC), Estación Gonzanamá (M149), Periodo 1980-2007

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL MEDIA ANUAL
Media	16.5	16.5	16.6	16.9	17.1	17.1	17.0	17.1	17.2	17.0	17.0	16.8	16.9
Mínima	15.3	15.5	15.7	15.4	16.1	15.8	15.6	15.8	15.8	16.2	15.9	16.1	15.3
Máxima	17.8	18.0	17.9	17.9	18.1	17.9	17.9	18.0	18.2	18.7	18.1	17.7	18.7

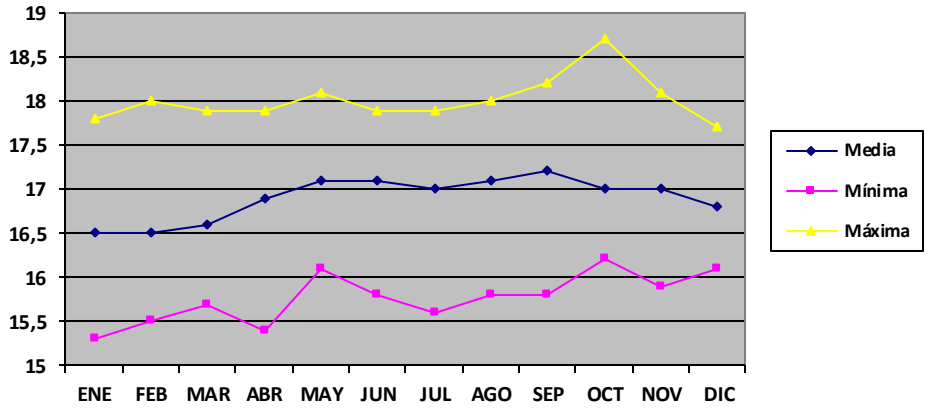


Gráfico Nro5; Temperatura Media Mensual (GC), Estación Gonzanamá (M149), Periodo 1980-2007

Donde la temperatura media anual es de 16.9°C, con una mínima de 15.3°C registrada en el mes de Enero y una máxima de 18.7°C registrada en el mes de Octubre.

4.6.3. Cobertura Vegetal

Zona Habitada.-

Comprende construcciones civiles tales como casas, complejo ferial, vías, entre otros y se comprende un área de 11,2341466 Ha. que representa el 16,12% con respecto al área total de estudio.

Fotografía Nro16; Vista Panorámica de la Ciudad de Gonzanamá

Bosque Denso.-

Compuesto por árboles de eucalipto el cual representa el 3,13% del total del área y comprende una superficie de 2,1796018 Ha. con respecto al total del área de estudio.

Fotografía Nro17; Bosque Denso en el sector de estudio

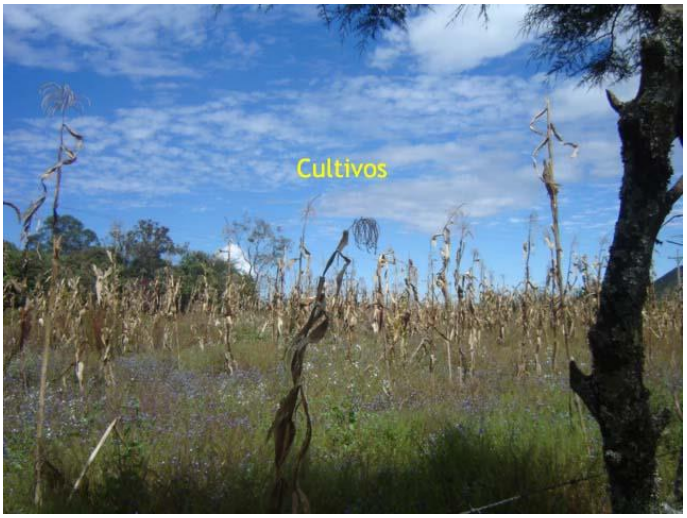
Complejo Bosque Semi Denso-Pastizal.-

Está compuesto por árboles de Faique que constituyen un bosque semi-denso y por pastizales, están en una relación 70/30% respectivamente. Este complejo comprende el 6,22% y representa un área de 4,3396288 Ha..

Fotografía Nro18; Complejo Bosque semi denso-pastizal

Cultivos; Complejo Matorrales-Pastizal-Cultivos-Bosque Abierto-Zona Habitada.-

Existen pequeñas áreas cultivadas compuestas principalmente por maíz en una mayor cantidad, y por café, caña de azúcar, guineo verde, mandarinas, naranjas y limones dulces y agrios. El área que cubre es de 3,2509038 Ha. que comprenden el 4,67% del total del área.



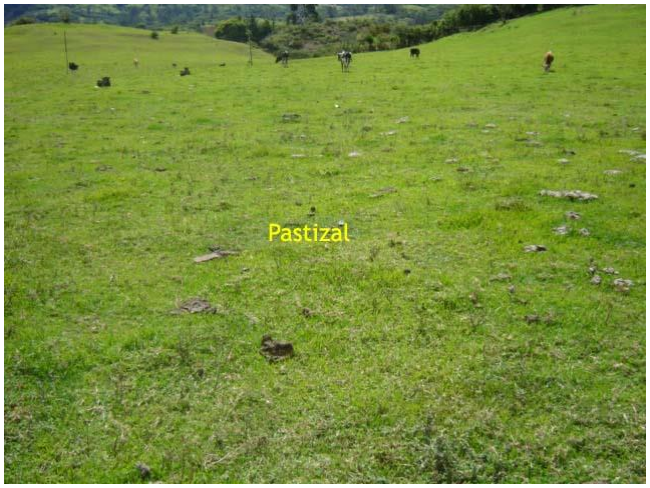
Fotografía Nro19; Cultivos de Maíz

El Complejo Matorrales - Pastizal - Cultivos - Bosque Abierto - Zona Habitada está compuesto principalmente por matorrales de mora y chilca, pastizales, cultivos de maíz, café y mandarina, árboles de eucalipto, pinos, sauce, chirimoya, aguacate y faique que representan el bosque abierto y por construcciones civiles como casas. Comprenden un área de 12,9951347 Ha. y comprende el 18,65% del total del área de estudio.

Fotografía Nro20; Complejo Matorrales-Pastizales-Cultivos-Bosque Abierto-Zona Habitada

Pastizal; Complejo Pastizal-Matorrales-Bosque Ralo Abierto-Zona Habitada.-

Área cubierta en su totalidad por pastos los cuales están destinados a la ganadería, dicha área tiene una extensión de 14,8296839 Ha. y comprende el 21,28% del total del área de estudio.



Fotografía Nro21; Pastizales

El Complejo Pastizal-Matorrales-Bosque Ralo Abierto-Zona Habitada se encuentra compuesto por pastos en un mayor porcentaje y matorrales compuestos de mora silvestre y chilca, bosque ralo abierto en el cual constan árboles de Eucalipto y de Faique y construcciones civiles de viviendas en un menor porcentaje. El área que cubre este complejo es de 20,8528810 Ha. que corresponden al 29,93% del total del área.

Fotografía Nro22; Complejo Pastizal-Matorrales-Bosque Ralo Abierto-Zona Habitada

4.7. Condiciones antrópicas del sector

Se refiere a la situación tanto socio-económica como de preparación con respecto a un evento, que se traduce como la condición de vulnerabilidad, en que se encuentra la población presente en la zona de estudio. Es así que se analizará las condiciones Socio-económicas en las que se encuentra la población perteneciente al sector de estudio, dicha información está basada en el IV Censos de Población y V de Vivienda realizado en el año 2001.

4.7.1. Condiciones socio-económicas del sector

4.7.1.1. Población

La población del cantón Gonzanamá según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en base al IV Censo de Población y V de Vivienda realizado el 25 de noviembre del año 2001, representa el 3.7% del

total de la población de la provincia de Loja con un total de 14987 habitantes; ha crecido en el último periodo intercensal 1990-2001, a un ritmo de crecimiento del -1.3% promedio anual. El 89.7% que corresponde a 13448 habitantes de su población reside en el Área Rural; se caracteriza por ser una población joven, ya que el 45.8% son menores de 20 años, según se puede observar en la Pirámide de Población por edades y sexo.

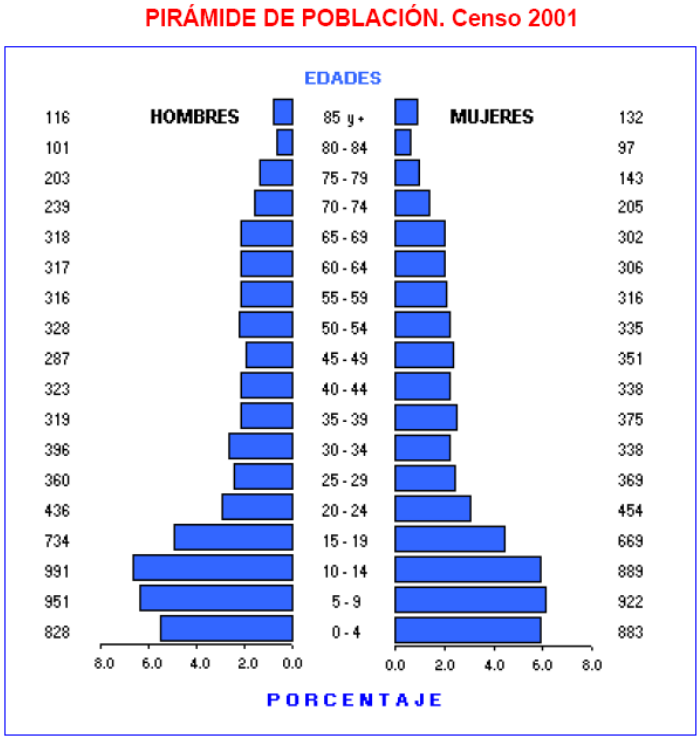


Gráfico Nro6; Pirámide de Población. Fuente: INEC

De la población total (14987 habitantes), el 49.5% son mujeres (7424 habitantes) y el 50.5% son hombres (7563 habitantes).

POBLACIÓN DEL CANTÓN GONZANAMÁ CENSO 2001			
ÁREAS	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	**14.987**	**7.563**	**7.424**
URBANA	1.539	715	824
RURAL	13.448	6.848	6.600

Tabla Nro8; Población del Cantón Gonzanamá. Fuente: INEC

La población se distribuye según sus parroquias: Gonzanamá en su parte urbana 1539 habitantes, en la Periferia 1245 habitantes; Changaimina 3349 habitantes, Nambacola 4867 habitantes, Sacapalca 2696 habitantes y Purunuma 1291 habitantes.

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN GONZANAMÁ, SEGÚN PARROQUIAS			
PARROQUIAS	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	**14.987**	**7.563**	**7.424**
GONZANAMÁ (URBANO)	1.539	715	824
AREA RURAL	13.448	6.848	6.600
PERIFERIA	1.245	629	616
CHANGAIMINA	3.349	1.716	1.633
NAMBACOLA	4.867	2.491	2.376
PURUNUMA	1.291	663	628
SACAPALCA	2.696	1.349	1.347

Tabla Nro9; Distribución de la Población del Cantón Gonzanamá, según Parroquias. Fuente: INEC

4.7.1.2. Composición Demográfica

PEA de 5 años y más por sexo; Según ramas de actividad: La Población Económicamente Activa por ramas de actividad en el cantón Gonzanamá es de 5093 personas siendo la Agricultura, Ganadería, Pesca, Silvicultura la más representativa con 4099 personas dedicadas a estas actividades; el resto se dedican a la Manufactura, Construcción, Comercio, Enseñanza y otras actividades.

SEGÚN RAMAS DE ACTIVIDAD

RAMAS DE ACTIVIDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	**5.093**	**4.259**	**834**
AGRICULTURA, GANADERÍA CAZA, PESCA, SILVICULTURA	4.099	3.704	395
MANUFACTURA	80	52	28
CONSTRUCCIÓN	99	99	0
COMERCIO	124	68	56
ENSEÑANZA	242	102	140
OTRAS ACTIVIDADES	449	234	215

Tabla Nro10; PEA mayores a 5 años por sexo, según Ramas de Actividad. Fuente: INEC

PEA de 5 años y más por sexo; Según grupos ocupacionales: La Población Económicamente Activa según grupos ocupacionales lo representan en su mayor parte Trabajadores No calificados y Agricultores con 2342 y 1934 personas respectivamente; existen Miembros Profesionales Técnicos, Empleados de Oficina, Trabajadores de los Servicios, Operarios y Operadores de Maquinarias y otros constituyen el porcentaje restante del total ya mencionado.

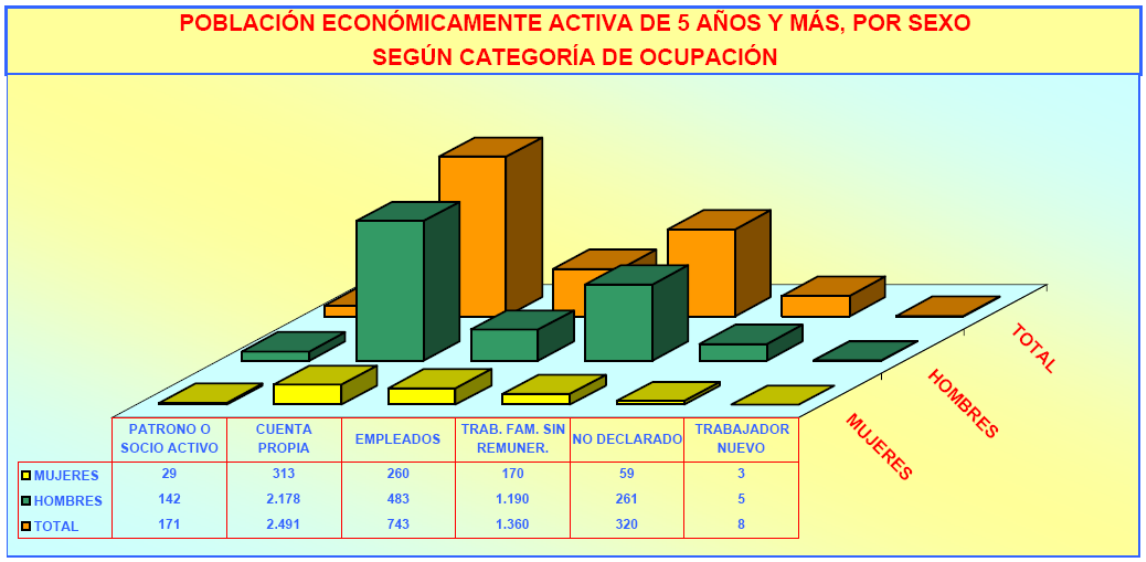
SEGÚN GRUPOS OCUPACIONALES

GRUPOS DE OCUPACIÓN	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	**5.093**	**4.259**	**834**
MIEMBROS, PROFESIONALES TÉCNICOS	276	135	141
EMPLEADOS DE OFICINA	95	51	44
TRAB. DE LOS SERVICIOS	126	64	62
AGRICULTORES	1.934	1.669	265
OPERARIOS Y OPERADORES DE MAQUINARIAS	231	188	43
TRAB. NO CALIFICADOS	2.342	2.087	255
OTROS	89	65	24

Tabla Nro11; PEA según grupos Ocupacionales. Fuente: INEC

PEA de 5 años y más por sexo; Según Categoría de Ocupación: La Población

Económicamente Activa según la Categoría de Ocupación en el cantón Gonzanamá realizan Trabajo por cuenta Propia y Trabajo Familiar sin Remuneración 2491 y 1360 personas respectivamente conformando la gran mayoría, la población restante es Patrono o Socio Activo, Empleados, Trabajador No Declarado y Trabajador Nuevo.



	PATRONO O SOCIO ACTIVO	CUENTA PROPIA	EMPLEADOS	TRAB. FAM. SIN REMUNER.	NO DECLARADO	TRABAJADOR NUEVO
MUJERES	29	313	260	170	59	3
HOMBRES	142	2.178	483	1.190	261	5
TOTAL	171	2.491	743	1.360	320	8

Gráfico Nro7; PEA, según Categoría de ocupación. Fuente: INEC

4.7.2. Condiciones de Vulnerabilidad

Consiste en el nivel de preparación académica de la población presente en el área de estudio, lo cual influye directamente en la forma de reaccionar ante un evento geológico producto de un Movimiento en Masa.

Tasa de Analfabetismo, por Sexo y Áreas: En el área de estudio existe una tasa de analfabetismo de 4,0; lo cual corresponde a un porcentaje bastante bajo con respecto a la población del área rural del cantón Gonzanamá.

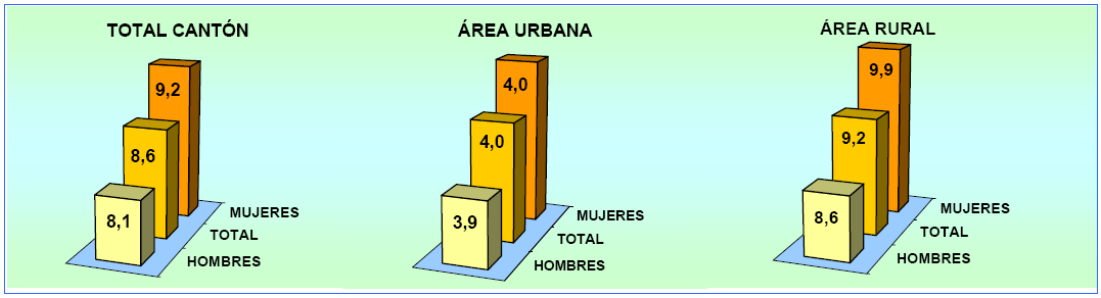


Gráfico Nro8; Tasa de Analfabetismo, por sexo y áreas. Censo 2001. Fuente INEC

Población de cinco años y más, por sexo y áreas según niveles de instrucción: El promedio de años aprobados por la población de 10 años y más (escolaridad media) para el cantón Gonzanamá es de 5,2 años; para la población del área urbana es de 8,4 años y para el área rural es de 4,8 años. Para hombres 5,1 y para mujeres 5,3 años.

NIVELES DE INSTRUCCIÓN	TOTAL			HOMBRES			MUJERES		
	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL
TOTAL	**13.276**	**1.417**	**11.859**	**6.735**	**659**	**6.076**	**6.541**	**758**	**5.783**
NINGUNO	1.140	43	1.097	530	17	513	610	26	584
CENTRO ALFAB.	112	5	107	52	1	51	60	4	56
PRIMARIO	8.661	612	8.049	4.533	308	4.225	4.128	304	3.824
SECUNDARIO	1.633	375	1.258	788	159	629	845	216	629
POST BACHILLERATO	59	27	32	21	12	9	38	15	23
SUPERIOR	462	235	227	195	99	96	267	136	131
POSTGRADO	1	1	0	1	1	0	0	0	0
NO DECLARADO	1.208	119	1.089	615	62	553	593	57	536

Tabla Nro12; Población de 5 años y más, por sexo y áreas por niveles de instrucción. Censo 2001. Fuente INEC

4.7.3. Infraestructuras Lineales

La infraestructura lineal en el cantón Gonzanamá se caracteriza por la presencia de construcciones de orden civil principalmente como vías, viviendas, puentes, muros de contención, alcantarillado, postes de electrificación, entre los principales. En el área de estudio se puede distinguir todas estas infraestructuras lineales a excepción de puentes.

Fotografía Nro. 23. Calle 24 de Mayo de la Ciudad de Gonzanamá

De acuerdo al IV Censo de Población y V de Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos el 25 de noviembre del año 2001 existe un total de 5740 viviendas en todo el cantón de las cuales 3771 están ocupadas. En el área urbana existen 547 viviendas de las cuales 394 se encuentran ocupadas.

4.8. Análisis de los Factores Condicionantes

Son cada uno de los elementos naturales o artificiales que, en relación al movimiento en masa pueden provocar una actividad total o parcial. Cada uno de estos factores se interrelacionan entre sí y deben ser estudiados en conjunto para una correcta interpretación. Es así que se han definido los siguientes factores condicionantes para el área de estudio:

Clima y Precipitación: Que pueden influir directamente en la inestabilidad del subsuelo al aportar una cierta cantidad de agua al mismo, provocando que el líquido ejerza presión en las fisuras y poros del suelo, a esto se

suma la escorrentía superficial que contribuye con los procesos de erosión. El clima está en relación directa con las precipitaciones, ya que en base a ello se pueden determinar meses de lluvia y meses secos.

En el área de estudio existe la presencia de tres movimientos en masa, de los cuales en dos de ellos, debido a la presión que ejerce el agua sobre los suelos arcillosos presentes en los mismos provocan una inestabilidad en los terrenos.

Suelos: El análisis de la textura y profundidad de los suelos se relaciona directamente con la generación de movimientos en masa. De acuerdo a la recolección de muestras y análisis de las mismas se tiene la presencia de Suelos Franco Arcillosos-Arenosos y Franco Arcillosos-Limosos con potencias que van de los 30 cm. hasta los 2 m. de profundidad.

Pendientes: Se refiere al grado de inclinación que presentan las laderas el cual está expresado en porcentaje, en donde en zonas donde existan pendientes mayores al 75% serán más susceptibles a susceptibles a que se produzcan movimientos en masa y por el contrario las zonas que se hallen en laderas poco inclinadas serán menos susceptibles.

Litología: En zonas con muchos contrastes litológicos es importante mapear por separado zonas de agotamiento de los movimientos en masa y las zonas de acumulación, ya que las condiciones físicas de las zonas de agotamientos controlan las distribuciones de los movimientos en masa.

Cobertura Vegetal: La generación de movimientos en masa están íntimamente relacionados con la cobertura vegetal ya que existe generación de mayores problemas de movimientos en masa en terrenos desnudos o cubiertos con vegetación herbácea, lo contrario ocurre en zonas con vegetación boscosa en donde las raíces contribuyen a la estabilidad del suelo ya que actúan en forma de ancla, pero en sitios con pendientes pronunciadas estas actúan como una carga haciendo que la inestabilidad de la zona aumente.

4.9. Análisis de factores desencadenantes

Se refiere a cada uno de los agentes naturales o artificiales que actúan directamente en el proceso de activación de los movimientos en masa, es así que en base al inventario de deslizamientos que se realizó en el sector de estudio, a los datos referidos a escenarios de precipitación, y a las visitas técnicas de campo; correlacionando estos datos obtenidos y analizándolos en los Sistemas de Información Geográfica, se obtuvieron los siguientes factores desencadenantes:

Lluvias: Se constituyen como el principal factor desencadenante presente en la zona, ya que puede ser el factor gatillo que active los tres movimientos en masa presentes en la zona; ya que contribuye con la aportación de agua directamente sobre los movimientos en masa provocando que aumente el peso del suelo, disminuyendo la resistencia del mismo produciendo así el movimiento de suelos coluviales.

Mantenimiento deficiente del Sistema de Drenaje: Este factor se presenta en dos de los tres movimientos en masa presentes en la zona, en el movimiento de reptación y

en el deslizamiento superficial de tierra presente en la parte céntrica de la zona de estudio. Se puede evidenciar en estas dos zonas que las aguas servidas se vierten directamente en los sectores provocando que los mismos permanezcan húmedos la mayor cantidad de tiempo, la tubería por la cual se desechan directamente estas aguas es de 20 cm de diámetro, mismo que soporta el caudal de agua que se vierte por el mismo. Se realizó la recolección de muestras de agua en cada uno de los sectores mencionados, donde los resultados corroboran que dichas aguas son servidas (Véase Anexo 6; Resultados de Análisis de Muestras de Suelo y Agua).

Escapes de Agua de Tubería: Este factor se encuentra presente en el deslizamiento de tierra superficial situado en la parte céntrica de la zona de estudio, y contribuye directamente en la inestabilidad del mismo ya que provoca que la zona permanezca con presencia de agua, a lo largo de la zona de estudio no se observa ojos de agua que puedan dar indicios de presencia de aguas subterráneas. A esto se suma la **Disposición deficiente de estériles y escombros,** que han provocado que aumente el peso del suelo y por tanto disminuya el ángulo de cohesión interna, lo cual influye de forma directa en la activación del movimiento.

Vibración Artificial: Este factor se encuentra presente en el deslizamiento superficial de suelo presente en la parte Noreste del área de estudio, ya que por alrededor del mismo se encuentra la vía de primer orden que conduce a la ciudad de Loja, por lo que el tráfico presente en la misma provoca vibración que influye directamente en la inestabilidad del movimiento en masa.

4.10. Zonificación de Susceptibilidad a Movimientos en Masa

En base a lo ya descrito, se detalla la valoración de cada una de las variables analizadas asignándole pesos relativos a cada una de ellas. Tabla en donde se detalla Variables, Indicadores y Pesos relativos:

PENDIENTES	
INDICADOR (grados)	**PESO**
0 – 8,5	1
8,5 – 16,7	2
16,7 – 26,6	3
26,6 – 45	4
Mayores a 45	5

LITOLOGÍA	
INDICADOR	**PESO**
Suelo Arcilloso Residual	1
Estratos de Limo-Lutitas	3
TIPO DE SUELO	
INDICADOR	**PESO**
Suelo Franco Arcilloso Arenoso	1
Suelo franco Arcilloso Limoso	2

VEGETACIÓN	
INDICADOR	**PESO**
Zona Habitada	0
Bosque Denso	1

Complejo Bosque semi denso-pastizal	2
Cultivos; Complejo Matorrales	3
Pastizal; Complejo Pastizales	4

PRECIPITACIÓN	
INDICADOR	**PESO**
1000 - 1250	1

Adicionalmente, se le asignó el peso relativo de 1 a cada movimiento en masa, ya que se encuentran en estado latente; y se lo tomó como una variable adicional para obtener el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa.

MOVIMIENTOS EN MASA	
INDICADOR	**PESO**
Deslizamiento de suelo (Latente)	1
Reptación (Latente)	1

Utilizando el software Arcview 3,2; se le asignó estos pesos relativos a cada una de las variables, luego con la ayuda de la herramienta “GeoProcessing” se realizó la suma vectorial de las variables ya descritas, obteniendo el mapa de susceptibilidad a Movimientos en Masa en el Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá (Véase Mapa Nro.24; Mapa de Zonas Susceptibles a Movimientos en Masa en el Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá), con rangos que van de 6 a 16 unidades;

clasificando las zonas en base a estos rangos, teniendo como resultado:

RANGO	SIGNIFICADO
6-7	Muy Baja Susceptibilidad
8-9	Baja Susceptibilidad
10-11	Mediana Susceptibilidad
12-13	Alta Susceptibilidad
14-16	Muy Alta Susceptibilidad

4.10.1. Análisis de Susceptibilidad a Movimientos en Masa

- **Áreas de Muy Baja Susceptibilidad:** Se caracteriza por la estabilidad que posee el terreno, para que no se de la ocurrencia de Movimientos en Masa, por la presencia de pendientes muy bajas, suelos franco arcillosos arenosos; misma que corresponde a la parte habitada del área de estudio, es decir todo lo que corresponde a infraestructuras lineales tanto horizontales como vías y verticales como viviendas, esta zona ocupa el 16,70% del total del área en estudio, con 11,6 Ha. aproximadamente.

- **Áreas de Baja Susceptibilidad:** Corresponde a sectores adyacentes a los de Muy Baja Susceptibilidad, donde las condiciones del terreno se caracteriza por ser muy poco susceptibles a Movimientos en Masa, y comprende bajas pendientes y suelos relativamente estables, con poca intervención de la mano del hombre. Ocupa el 13% del total del área de estudio con una superficie de 9 Ha. aproximadamente.

- **Áreas de Mediana Susceptibilidad:** Corresponde a zonas, donde las características del terreno dan lugar a Áreas poco susceptibles a Movimientos en Masa, en donde se ha destinado los suelos para pastizales, por lo que está destinada esta zona a la ganadería; las pendientes son suaves y los suelos son aptos para la actividad ganadera y agrícola. Esta zona es la más extensa y ocupa el 40,18% del total del área en estudio, los cuales corresponden a 27,9 Ha. aproximadamente.

- **Áreas de Alta Susceptibilidad:** Corresponde a zonas donde las condiciones del terreno dan lugar a Áreas susceptibles a Movimientos en Masa, donde es posible que se produzcan movimientos en masa, estas zonas están presentes a lo largo de los movimientos en masa de los cuales se hizo el inventario, así como también en zonas donde existe pendientes más pronunciadas. Esta zona ocupa el 28,85% del total del área en estudio a lo cual le corresponde 20 Ha. aproximadamente.

- **Áreas de Muy Alta Susceptibilidad:** Corresponde a zonas críticas, en donde las condiciones del terreno han hecho que se convierta en zonas muy inestables, dando lugar a áreas muy susceptibles a Movimientos en Masa; mismas que se encuentran alrededor de las zonas de alta susceptibilidad y poseen pendientes muy pronunciadas. Esta zona es muy pequeña, por lo que ocupa el 1,27% del total del área en estudio y corresponde a 0,8 Ha. aproximadamente.

4.11. Medidas de Prevención-Elusión y Control

Las medidas de Prevención - Elusión y Control incluyen trabajos de ingeniería a grande o pequeña escala y en

consecuencia el costo de dichos trabajos puede variar, en dependencia del área afectada o de la magnitud del movimiento en masa. Dichos trabajos requieren de financiamiento de entidades tanto Gubernamentales como No-Gubernamentales tales como el Municipio del Cantón Gonzanamá, Consejo Provincial de Loja, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda; entre otras, mismas que deben estar involucradas con el desarrollo sustentable de nuestro país.

4.11.1. Prevención

Está referido a todas aquellas actividades destinadas a evitar la posibilidad de que se presenten riesgos o amenazas, en este caso a movimientos en masa. En el área de estudio existe la presencia de tres zonas claramente delimitadas las cuales representan la posibilidad de que se produzca un riesgo o una amenaza; por lo que se ha planteado un programa de Prevención que incluye la participación de actores Sociales y Políticos además de la parte Económica.

La Prevención contiene un conjunto de métodos los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla Nro13; Métodos de Prevención de Riesgos o Amenazas a Movimientos en Masa, propuestos para el Sector Norte del Área Urbana del Cantón Gonzanamá

MÉTODOS DE PREVENCIÓN		
MÉTODO	**VENTAJA**	**DESVENTAJA**
Capacitación de la Población sobre Susceptibilidad de Movimientos en Masa Amenazas-Riesgos	La Comunidad se encuentra informada sobre las consecuencias que trae consigo un Movimiento en Masa, por lo que estaría preparada ante una posible amenaza.	El manejo de los actores sociales en sí es muy difícil. El desinterés por el tema por parte de la comunidad.
Planificación sobre el uso de la tierra con fines urbanísticos	Facilitar la toma de decisiones por parte de las autoridades; evitar la sobre inversión en proyectos urbanísticos dentro de zonas de susceptibilidad.	No es aplicable en zonas donde ya existe el asentamiento humano.

A continuación se detallan algunas medidas de prevención aplicadas al sector Norte del área urbana del Cantón Gonzanamá:

- Evite excavaciones en las laderas sin las respectivas obras de protección del talud, ya que pueden generar deslizamientos.
- Evite construir sobre terrenos con material de relleno sin las respectivas obras de protección y sin los diseños que garanticen la resistencia del suelo y mejoren la calidad de las construcciones del entorno urbano y de las viviendas.
- Evite realizar el arrojo de las aguas servidas hacia los causes de las quebradas dentro del sector sin el respectivo encause de las mismas.
- Evite realizar obras de alcantarillado en estos sectores ya que contribuiría a acelerar el proceso de activación, o de una u otra forma se convertiría en un factor detonante para que se produzca algún movimiento en masa.

4.11.2. Elusión

La elusión consiste en evitar que los elementos sean expuestos a la amenaza o al riesgo. A continuación se detallan los principales métodos de elusión a los movimientos en masa presentes en el área de estudio:

Tabla Nro14; Métodos de Elusión de Amenazas a Movimientos en Masa, propuestos para el sector de estudio

MÉTODOS DE ELUSIÓN DE AMENAZAS A MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR NORTE DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN GONZANAMÁ		
MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS

Remoción Total o Parcial del Deslizamiento	Recomendable, ya que existen volúmenes pequeños a remover; se puede realizar la remoción de suelos superficiales con el fin de lograr una mejor resistencia del terreno para poder realizar trabajos urbanísticos.	Se pueden producir nuevos deslizamientos. Cuando el nivel freático esta superficial se dificulta la excavación.
Variantes o Relocalización del Proyecto	Evitar gastos en medidas de contención, es recomendable cuando existe el riesgo de activar grandes movimientos en masa difíciles de estabilizar.	Puede resultar más costoso; y el nuevo sitio de ubicación del proyecto puede estar afectado por nuevos movimientos en masa.
Modificación del Nivel del Proyecto	Mejor organización de las labores, con la respectiva obtención de mejores resultados.	Aumento en los costos del proyecto por la presencia de una mayor cantidad de estudios y actividades.

Estos métodos de elusión están enfocados a posibles trabajos urbanísticos dentro de las áreas afectadas por los movimientos en masa; mismas que se encuentran ya identificadas y que pueden ser tomadas en cuenta para la toma de decisiones con respecto al crecimiento urbanístico que se tiene proyectado dentro del Sector Norte del Área urbana del Cantón Gonzanamá.

4.11.3. Control

Encierra todas aquellas actividades destinadas a controlar la amenaza antes de que se produzca el riesgo y pueda afectar a la comunidad o a infraestructuras físicas. Estas actividades por lo general son obras de ingeniería destinadas a retener o controlar el movimiento de la masa desplazada.

A continuación se plantea medidas de control de los movimientos en masa presentes en la zona de estudio:

- **Para el Movimiento en Masa Nro1: de Reptación.**

Construcción de Drenes Superficiales, destinados a la recolección de agua que se encuentra presente en el movimiento de Reptación con la finalidad de mantener seca el área. Para ello se propone la construcción de un Canal de Drenaje de Corona de 91 m. de longitud a lo largo de toda la parte superior del Movimiento de Reptación y Drenes Internos de aproximadamente 282 m. de longitud destinados a mantener seca la parte interna del movimiento en sí. Para esto se recomienda la utilización de Tubería Corrugada Perforada de PVC para drenaje subterráneo de 200mm. de diámetro.

Especificaciones Técnicas de la Tubería PVC Corrugada

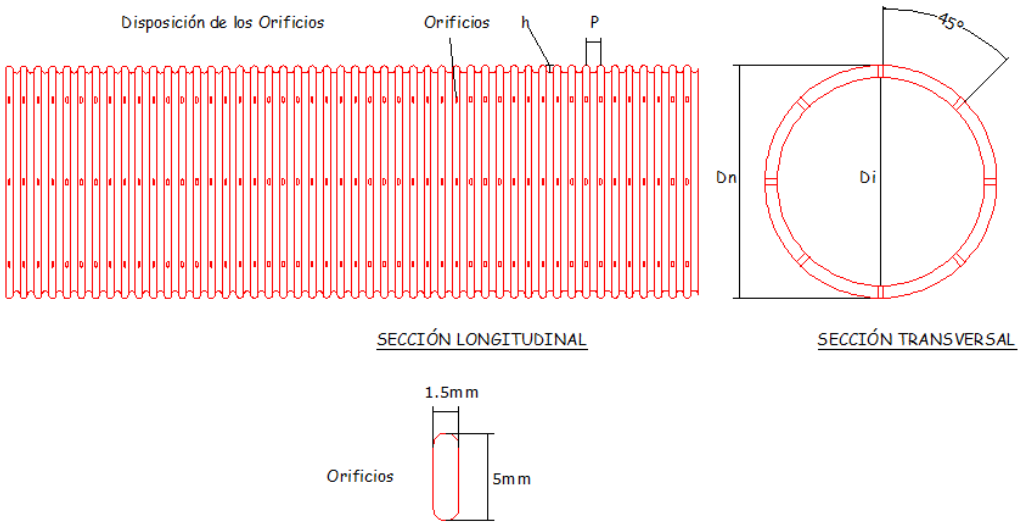


Gráfico Nro9; Especificaciones Técnicas de la Tubería PVC Corrugada

Tabla Nro15; Especificaciones Técnicas de Tubería PVC Corrugada (Catálogo de Riego Plastigama)

Código	Tubería Corrugada Perforada	Diámetro Nominal	Diámetro Interno	Paso	Profundidad del Canal	Número de orificios por Valle	Longitud del Rollo	P.V.P. Unitario Sugerido
		Dn(mm)	Di(mm)	P(mm)	h(mm)	n	m	Dólares

0297721005	TUB PVC DRENAJE NOVAFORT 200mm	200	178.84	12.44	6.32	8	25	6.98

Las especificaciones de diseño de construcción del Drenaje de Corona se especifican a continuación en el Gráfico Nro10, se basan en el nivel de percolación del agua en el terreno, el cual va de los 20-60 cm. tanto en el Movimiento uno como en el dos:

Diseño de Drenaje de Corona

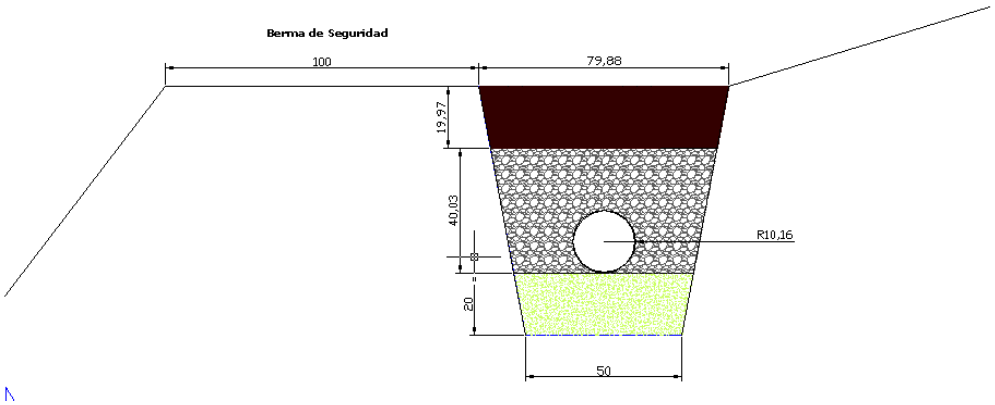


Gráfico Nro10; Especificaciones Técnicas de Construcción de Drenaje de Corona

De igual forma se recomienda la elaboración de Canales de Drenaje Internos, los cuales estarán directamente en el interior del Movimiento de Reptación, mismo que ayudarán a mantener seco el área inestable. Las especificaciones de construcción se detallan en el Gráfico Nro11.

Diseño de Drenaje Interno

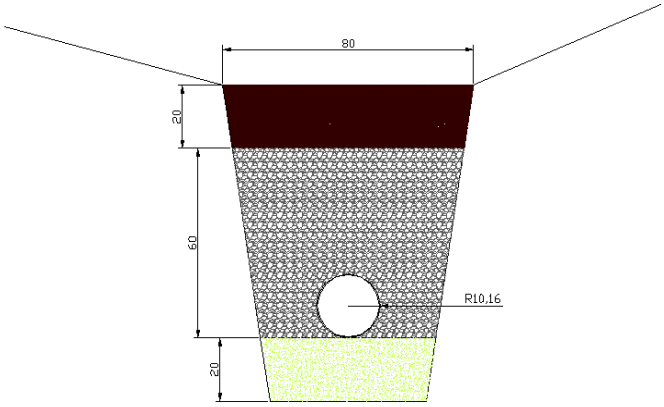


Gráfico Nro11; Especificaciones Técnicas de Construcción de Drenaje Interno

La totalidad en cuanto a longitud de los drenes es de 373.83 m. aproximadamente, por lo que se utilizará 15 rollos de tubería ya especificada, de 25 m. cada uno. Dicha tubería estará debidamente impermeabilizada con una capa de arena en la parte inferior del canal, una capa de grava y finalmente una capa de suelo orgánico, tal como se observa en los gráficos 10 y 11. La distribución de los drenajes, se especifican en el siguiente gráfico:

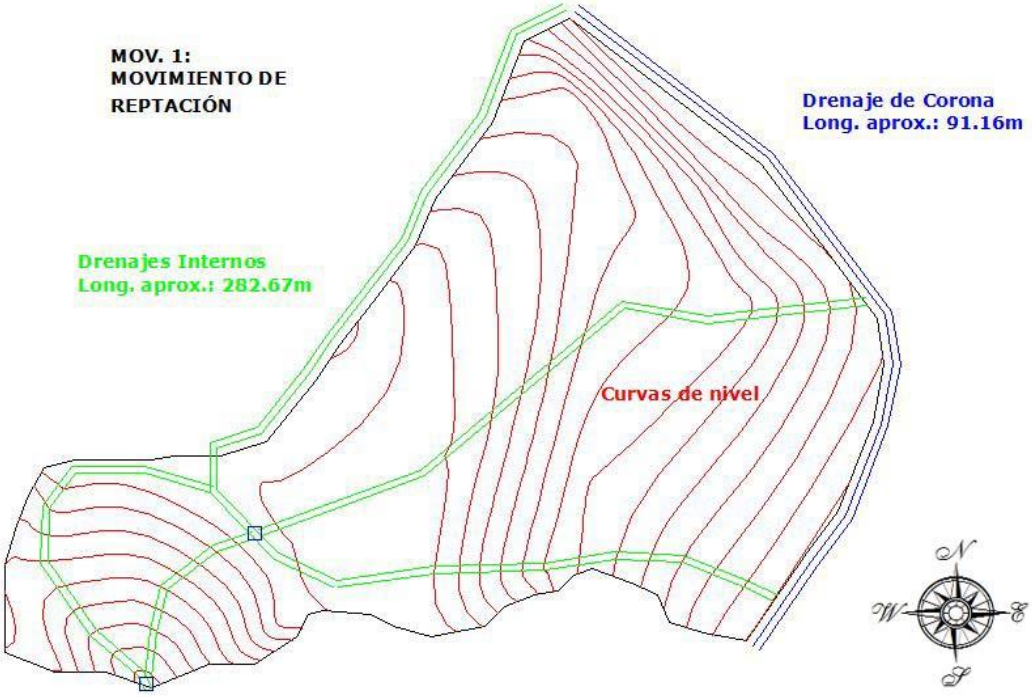


Gráfico Nro12; Distribución de los Drenajes en el Movimiento de Reptación

- **Para el Movimiento Nro2: Deslizamiento Superficial de Tierra.**

Utilización de Drenaje Superficial, con la finalidad de mantener el área seca, al igual que en el movimiento de reptación. Para esto se utilizará una totalidad de 473.8 m. de tubería de PVC Corrugada, de las cuales 147.2 m. serán destinadas para el Drenaje de Corona, y la longitud restante será utilizada en los Drenes Internos. La disposición de los Drenes se puede observar en el gráfico.

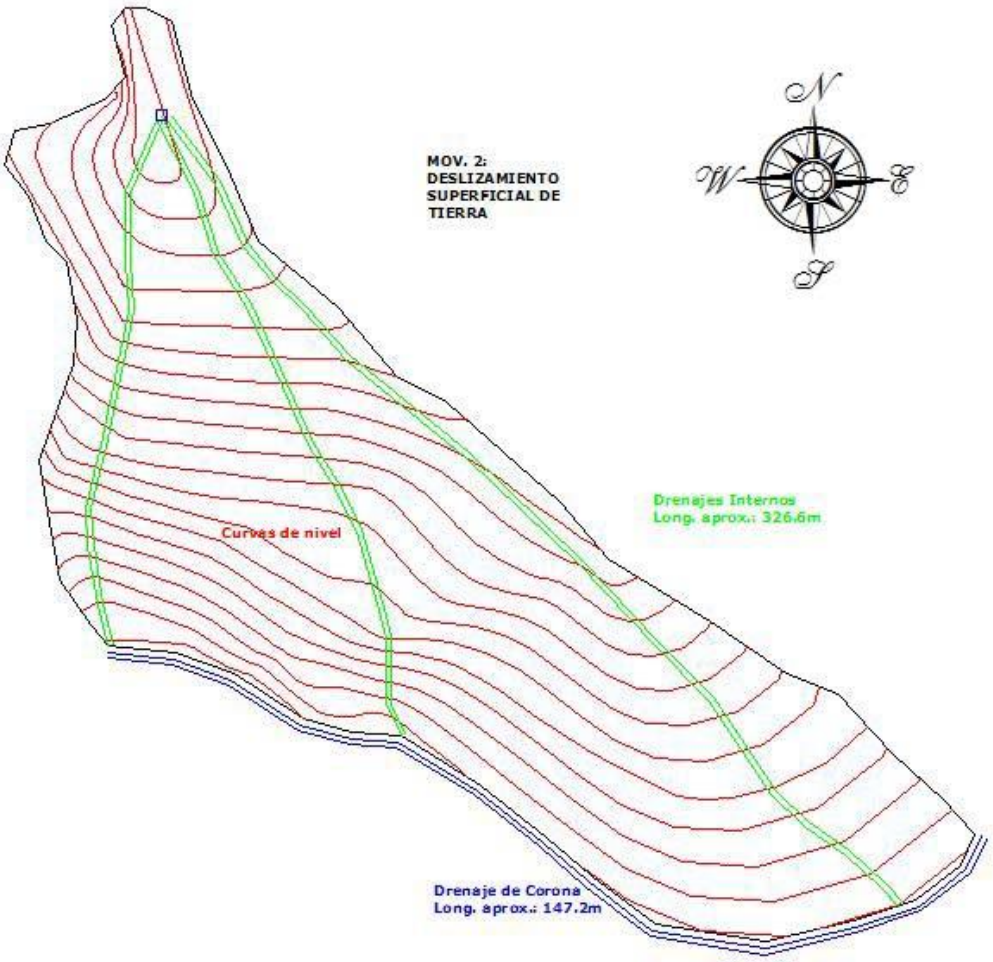


Gráfico Nro13; Distribución de los drenajes en el Movimiento de Masa Nro2

Adicional a esta medida de control; se recomienda la re-vegetación de esta Área de Muy Alta Susceptibilidad la cual se encuentren con ausencia de vegetación, esto ayudará a la estabilización del Movimiento en Masa dándole mayor consistencia y estabilidad al suelo. Esta medida de prevención junto con los drenes internos y de corona servirán para controlar y mitigar el movimiento en masa de este sector de estudio.

- **Para el Movimiento Nro3: Deslizamiento Superficial de Tierra**

Construcción de un Muro de Contención de Hormigón armado, con las siguientes medidas:

Diseño de Muro de Contención

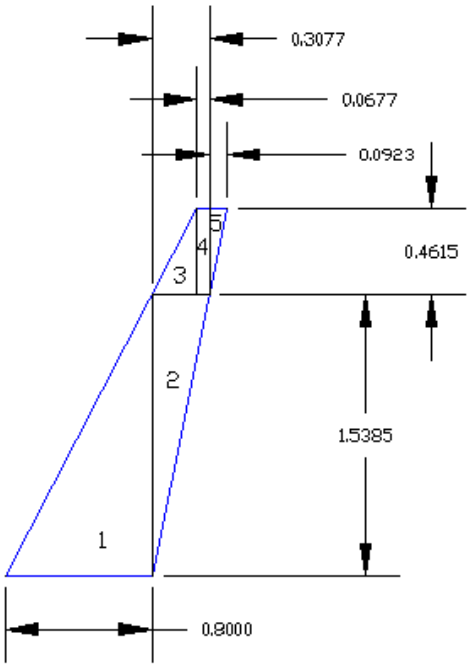


Gráfico Nro14; Diseño de Muro de Contención

Dicho muro tendrá una altura de 2 m., un ancho de 1.2 m. y una longitud de 200 m. a lo largo del deslizamiento, al nivel de la vía que conduce a la ciudad de Loja. Está diseñado para soportar un volumen de material de entre 5000 a 10000 m^3, donde el volumen de material del deslizamiento es de 5619,6 m^3 por lo que el muro es viable para soportar el peso del material en movimiento.

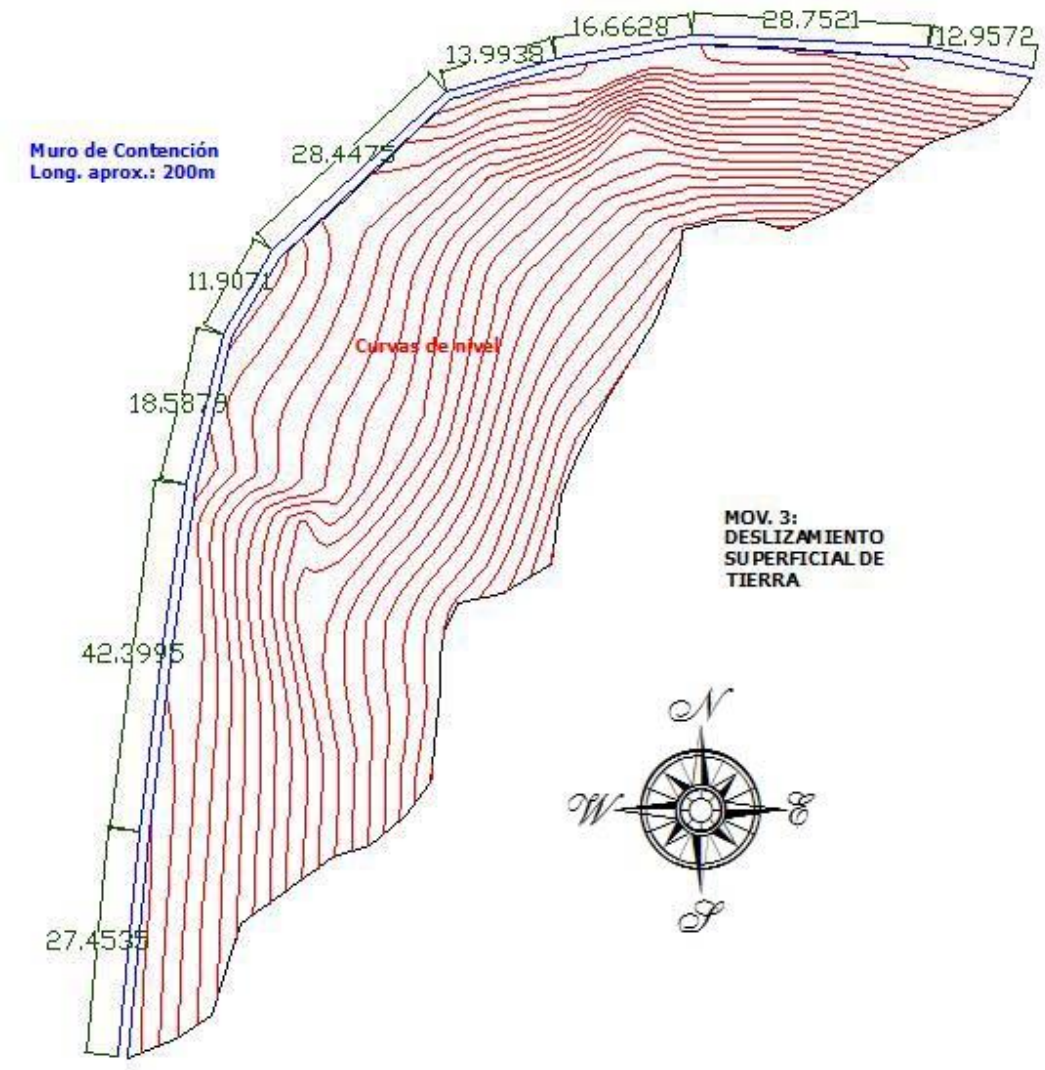


Gráfico Nro15; Distribución del Muro de Contención

La Construcción del Muro de Contención, estará distribuida en 9 tramos, especificados en el Gráfico Nro15. Los montos de inversión se detallan en el Anexo Nro7; Rubros y actividades a realizarse en la construcción del muro de contención.

5. DISCUSIÓN

El sector Norte del área urbana del cantón Gonzanamá, se caracteriza por poseer zonas que van de planas a inclinadas, donde las pendientes son suaves y no superan los 26° de inclinación; de acuerdo al levantamiento topográfico realizado a detalle de toda el área de estudio, el cual es corroborado a través de visitas de campo, las cuales confirman la veracidad de dicho levantamiento. Es observable también zonas de altas pendientes, donde se observa terreno escarpado. La valoración de las variables tomadas en el factor condicionante de pendientes, está en base al grado de inclinación del terreno, donde conforme aumenta la pendiente las condiciones de los terrenos disminuyen en cuanto a su grado de estabilidad debido a los efectos que produce la gravedad; por lo que el mayor valor corresponde a las pendientes más altas y los menores valores corresponde a las pendientes más bajas.

En base a la topografía del sector de estudio, y con el complemento de trabajos de campo a través de la descripción de afloramientos y macizos rocosos se puede observar una geología no muy compleja, compuesta principalmente por suelos residuales arcillosos en su mayor parte y por estratos de limolita y lutitas claramente meteorizados y fracturadas interestratificados entre sí, donde la recolección de muestras significativas para su análisis no es posible. La verificación de los datos recolectados en el campo, se complementan con la recolección y análisis de muestras. Las zonas donde se presentan rocas fracturadas y meteorizadas son más propensas a la susceptibilidad de movimientos en masa, debido a que contribuyen a la inestabilidad del terreno, por el contrario, los suelos residuales arcillosos, mediante procesos de compactación se puede mejorar las condiciones para estabilizar las zonas; por lo que en base a estos criterios la valoración de cada una de

estas variables fueron valoradas de mayor a menor grado de susceptibilidad a los movimientos en masa.

En toda el área de estudio se puede observar la presencia de suelos arcillosos, los cuales en base al muestreo realizado se los puede clasificar en Suelos Franco Arcillosos Arenosos y Suelos Franco Arcillosos Limosos, estos últimos existe mayor incidencia en la aparición de movimientos en masa debido al contenido de limo, el cual hace más propenso al terreno a la inestabilidad del mismo, ya que de acuerdo al inventario de deslizamientos realizado, tomando como base la topografía del sector y la utilización de fichas de identificación de movimientos en masa a través de visitas de campo, se identificó dos de los movimientos en suelos franco arcillosos limosos y un movimiento en masa en suelos franco arcillosos arenosos, siendo esta la base de valoración de las variables suelos, ya que las condiciones para que se den los movimientos en masa son más aptas en donde existe mayor presencia de los movimientos en masa.

Los complejos de cobertura vegetal a lo largo del área de estudio, son sustentados en base a la topografía, a través de observación directa con visitas guiadas con especialistas en el manejo de información forestal, lo cual da la veracidad de lo planteado en cuanto a cobertura vegetal; la valoración está dada en base a la estabilidad que le da la presencia de cobertura vegetal en la zona, por el contrario donde existe menor presencia de vegetación, la estabilidad en el terreno va a disminuir siendo esta la base de valoración de cada una de las variables tomadas en cuenta en cuanto a cobertura vegetal.

La base topográfica en formato digital del sector de estudio, permite una modelación digital del terreno a través del análisis de sistemas vectoriales, los cuales ayudan a la manipulación de mapas temáticos que contienen información correspondiente a los factores que condicionan el terreno para que se produzcan movimientos en masa, para obtener como

resultado el establecimiento de zonas susceptibles a movimientos en masa, este sistema vectorial de igual forma permite el manejo de información a diferentes escalas, a diferencia de los sistemas raster, en los cuales es necesario una depuración de la información teniendo como riesgo la perdida de la misma a lo largo del proceso. Para la obtención de zonas de susceptibilidad se utilizó los dos sistemas con la finalidad de corroborar los datos obtenidos, donde efectivamente se obtuvieron resultados similares con pequeñas variaciones en cuento a las áreas.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), permiten la manipulación de la información de manera más sencilla y directa a través de la superposición de mapas temáticos obtenidos a lo largo de los trabajos de campo realizados, lo cual nos da como resultados la determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa; donde se pueden distinguir cinco clases de zonas las cuales están en dependencia del análisis de los factores condicionantes y desencadenantes del terreno. La sumatoria de cada una de las variables analizadas a través de la superposición de los mapas temáticos tratados, nos da como resultado el establecimiento de zonas de susceptibilidad a movimientos en masa, donde las condiciones más favorables serán donde las variables tengan una valoración mayor, por el contrario, las zonas donde las condiciones no se presten para que se produzcan movimientos en masa y la valoración de las variables es la más baja serán las de menor grado de susceptibilidad. La veracidad de la información obtenida se la debe corroborar a través de visitas de campo que confirmen la ubicación espacial de dichas zonas tanto en la realidad como en el mapa.

La obtención de zonas de susceptibilidad a movimientos en masa permiten la implementación de medidas de control las cuales están destinadas a estabilizar las zonas de mayor susceptibilidad, teniendo en cuenta el análisis adicional de los factores desencadenantes que puedan contribuir a la inestabilidad de las zonas. Las lluvias, la deposición inadecuada de escombros y la deficiencia en el sistema de recolección de

las aguas servidas, se constituyen como el principal problema o factor gatillo para que se produzcan movimientos en masa, adicional a esto se suma las altas pendientes, y la ausencia de cobertura vegetal en estas zonas, las cuales provocan que el terreno sea más propenso al aparecimiento de movimientos en masa.

6. CONCLUSIONES

- Topográficamente el área de estudio va de “inclinada – plana”, ocupando el 80,26% del total del área, el porcentaje restante, es decir; el 19,74% corresponde a terrenos que van de Moderadamente escarpados – Muy escarpados.

- Geológicamente el área de estudio se encuentra dentro de la Formación Gonzanamá, donde litológicamente se pueden distinguir la presencia en la parte superior de suelos arcillosos con potencias que van en el orden de metros; y en su parte inferior la presencia de estratos de limolita y lutitas intercalados entre sí.

- Estructuralmente se puede evidenciar el bandeamiento irregular de los estratos de limolita y lutitas, así como la formación de pliegues tumbados a lo largo del corte de la vía que conduce a Purunuma. Se puede observar, que dichos estratos se encuentran sumamente fracturados y erosionados.

- En el área de estudio existe la presencia de tres Movimientos en Masa; dos Deslizamientos de Tierra superficiales, uno canalizado que se encuentra afectando a zonas de pastizales en el cual existe la presencia de agua, la cual afecta a la estabilidad del mismo y otro no canalizado que se encuentra afectando a la vía que conduce a la ciudad de Loja; y un Movimiento de Reptación no canalizado que afecta a zona de pastizales, en el cual existe la presencia de agua que afecta a la estabilidad del mismo.

- La vegetación predominante en el área de estudio son los pastizales con más del 50% del total del área, destinándose las mismas al uso ganadero. Existe un 16,12% del total del área ocupado por una Zona Habitada; un 3,13% ocupada por un Bosque Denso; un 6,22% lo ocupa un Bosque Semi-denso y pastizal; el

porcentaje restante, es decir el 74,53% lo ocupa zonas de cultivos y pastizales.

- La zona de estudio se encuentra conformada por suelos Franco Arcillosos Limosos y suelos Franco Arcillosos Arenosos, donde predominan los primeros con un 76,71% del total del área de estudio, mismos que son más susceptibles a los Movimientos en Masa ya que en ellos se encuentran los tres Movimientos en Masa antes mencionados.

- Dentro del área de estudio existen zonas con pendientes que van de Mediana – Muy Alta, mismas que son más propensas para la ocurrencia de Movimientos en Masa, ya que por efectos de gravedad contribuyen a la inestabilidad del terreno, estas zonas ocupan el 10,19% del total del área de estudio, el porcentaje restante, es decir el 89,81% corresponde a zonas de pendientes de Baja a Muy baja.

- El área de estudio posee una Temperatura Media Mensual de 16,9 grados centígrados y una Precipitación Mensual de 96,8 mm por mes.

- La presencia de agua y las pendientes altas, se constituyen como los factores “gatillo” o desencadenantes principales, causantes de los movimientos en masa, los cuales hacen posible la presencia de Zonas Susceptibles a Movimientos en Masa, o la aparición de estos movimientos dentro de la zona de estudio.

- En la zona de estudio no existen áreas de extracción Minera, de Patrimonio Arqueológico o Interés Ambiental, ni la presencia de Bosques Protectores.

- La mayor parte de la población del cantón Gonzanamá, se dedica a la Ganadería y a la Agricultura. En el área urbana del cantón Gonzanamá existen 1539 habitantes de los cuales 715 son hombre

y 824 son mujeres, de las cuales 582 son Personas Económicamente Activas.

- Dentro de la totalidad del área urbana del Cantón Gonzanamá, existen 547 viviendas de las cuales 394 se encuentran habitadas.

- El área de estudio se caracteriza por la presencia de Zonas poco susceptibles a Movimientos en Masa, con aproximadamente el 69,88% del total del área, donde las condiciones del terreno son favorables para mantener la estabilidad del mismo; el porcentaje restante, es decir, el 30,12% corresponde a Zonas Susceptibles a Movimientos en Masa, donde las condiciones son favorables para que se produzcan estos fenómenos.

- Las medidas de control están destinadas a establecer condiciones de estabilidad en cada uno de los movimientos en masa previamente identificados, reduciendo las zonas de mayor susceptibilidad a los Movimientos en Masa.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con los estudios complementarios a éste, para establecer un correcto Ordenamiento Territorial, que esté

destinado a establecer condiciones que conlleven a un Desarrollo Sustentable.

- Se recomienda realizar una campaña de Geofísica, para establecer bases más solidas que permitan una mejor valoración de las zonas de susceptibilidad; obteniendo una mejor calidad en la obtención de resultados.

- Se recomienda realizar éste tipo de estudios en el sector Sur del Área Urbana del Cantón Gonzanamá, así como en las diferentes ciudades del Ecuador, con la finalidad de poseer una información base que ayude a la toma correcta de decisiones con respecto al crecimiento urbano de la zona de estudio y del país, contribuyendo así al Desarrollo Sustentable y Crecimiento Urbano Ordenado, teniendo como base el Ordenamiento Territorial.

- Se recomienda aplicar las medidas de prevención, elusión y control previamente establecidas; con la finalidad de informar a la población del sector la importancia de este tipo de estudios y poder así, aumentar la seguridad y bienestar de dicha población.

- Se recomienda el establecimiento de un Plan de Ordenamiento Territorial por parte de las autoridades del sector, para así poder tomar una correcta decisión en cuanto a la expansión urbana de la zona; ya que en los últimos años la población del área de estudio ha ido decreciendo; permitiendo así el no crecimiento de la ciudad de Gonzanamá.

8. BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- **ABRAMSON, L. (1996): *Slope stability and stabilization methods.* New York, USA, John Wiley & Sons, Inc.**
- **Bristow C., Hoffstetter R. Léxico Estratigráfico Internacional, Volumen V América Latina, Ecuador, París 1977.**
- **CARRERA Manuel; LOJA, UN SUEÑO EN VÍAS DE CONCRETARSE; 2006.**
- **Esther Dotor Ruiz, Geóloga. Análisis de Susceptibilidad y Peligrosidad de Deslizamientos de Laderas.**
- **González Moradas, M.R.; Lima de Montes. Dpto. de Explotación y Prospección de Minas. Área de Cartografía, Geodesia y Fotogrametría. Universidad de Oviedo, UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA VECTORIALES PARA GENERAR MAPAS DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS Y MÉTODOS DE VALIDACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA, Octubre de 2001.**
- **J.B. KENNERLY; Geology of Loja Province Southern Ecuador, London Sw7 1 Q N, 1973.**
- **Kennerley J. B. Geología de la Provincia de Loja en la República del Ecuador. Inf. D.G.G.M., Quito, 1974.**
- **Paladines A., Zonificación Geotectónica y Metalogenia del Ecuador, Editado por la D.G.G.M. en el año 1998.**

- **Scarlet Cartaya, Williams Méndez y Henry Pacheco; Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un sistema de información geográfica**
- **SUAREZ DÍAS Jaime; METODOLOGÍA DE ANÁLISIS, Capítulo 11. Zonificación de Amenaza y Riesgo, 2006.**

Revistas:

- **Baldock J.- Geología del Ecuador. Mapa Geológico, escala 1. 1'000.000, Boletín de la explicación del Mapa Geológico, Quito, D.G.G.M., 1982.**
- **CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA – ODEPLAN-EL MINISTERIO DE AGRICULTURA - MAG-Y LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y ORDENAMIENTO RURAL- DINAREN ; Memoria Técnica de la Cartografía e Información Social y de Infraestructura Comunitaria de la Provincia de Loja.**
- **Herbario Nacional, propuesta preliminar del un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Editor Sierra, Rodrigo 1999, proyecto INNFAN / JEF- BIRF eco ciencia, Quito- Ecuador.**
- **I.M.CANTÓN GONZANAMÁ; Ordenanza que regula el Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Gonzanamá.**
- **LIMA DE MONTES, (1999): *Generación de mapas de susceptibilidad y riesgo a los deslizamientos mediante un SIG aplicado a la Zona Central de Asturias*. Universidad de Oviedo. España.**

- **Proyecto Binacional de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca Catamayo – Chira. Estudio de Caracterización Territorial.**

Anexo 1. Fichas para Inventario de Deslizamientos

Anexo 2. Tabla: Puntos de Estación

Tabla: Puntos de Estación

ID	X	Y	Z
A	673255,000	9532752,000	1980,000
B	673255,001	9532835,904	1989,282
C	673248,962	9532624,365	1984,697
D	673281,656	9532975,700	1983,368
E	673373,723	9532892,036	1995,326
F	673496,381	9532963,750	1996,179
G	673663,644	9532909,755	2027,458
H	673510,175	9532762,993	2006,185
I	673568,005	9532596,081	2012,768
J	673494,930	9532568,381	2008,633
J1	673654,898	9532622,852	2027,496
J2	673819,048	9532670,104	2037,049
J3	673897,316	9532709,890	2036,394
J4	673877,600	9532807,860	2023,386
J5	673981,582	9532838,611	2030,640
K	673407,565	9532527,145	2003,891
REF.K1	673353,277	9532624,945	1996,095
REF.K2	673326,702	9532641,035	1992,157
REF.K3	673238,797	9532608,947	1982,211
REF.K4	673258,301	9532576,787	1984,370
L	673361,801	9532358,422	2009,090
S	673416,658	9532238,501	2013,151
T	673528,499	9532249,499	2018,765
U	673554,153	9532349,592	2025,399

V	673659,598	9532360,407	2022,580
V´	673689,081	9532181,828	2004,090
W	673744,880	9532357,120	2023,156
X	673853,685	9532395,916	2025,499
Y	674160,250	9532531,000	2037,888
Z	673941,565	9532278,356	2020,843
A1	674236,139	9532155,854	2054,692
A2	674109,518	9532693,888	2035,804
A3	674225,225	9532743,464	2040,834
NT	674225,961	9532959,473	2047,181
NT1	674255,586	9533217,172	2058,426
NT2	673424,712	9533268,917	2056,817
REFABU	674528,090	9532476,092	2080,855
REFOSO	674646,974	9532415,786	2093,683
REFABU2	674557,927	9532620,116	2076,087
REFOSO2	674588,393	9532626,597	2082,576

Anexo 3. Tabla: Códigos utilizados en el Levantamiento Topográfico

Tabla: Códigos utilizados en el Levantamiento Topográfico

CÓDIGO	SIGNIFICADO
REL	Relleno
VC	Vía a Cariamanga
EST	Estación
KS	Casa
PT	Poste de Luz
V	Vía
EE	Central Eléctrica
CM	Complejo Ferial
RT	Plaza de Toros
VE	Vereda
COL	Coliseo y Colegio
VU	Vía Urbana
UR	Urna
CMEN	Cementerio
CAR	Camino
EF	Estadio de Fútbol
TA	Tanques de Agua

Anexo 4. Tabla: Capas creadas en AutoCad para la edisión del Levantamiento Topográfico

Tabla: Capas creadas en AutoCad para la edición del Levantamiento Topográfico

NOMBRE DE CAPA	SIGNIFICADO
CALLESURBANA	Vías
LOTES	Construcciones civiles
CUADRAS	Bloques urbanos
POSTES	Postes de Luz
LIMITEURBANO	Límite Urbano
POINTS_CON	Curvas Secundarias
POINTS_ICON	Curvas Principales
QUEBRADAELHUATO	Quebrada

Anexo 5. Fichas Técnicas para descripción de Afloramientos

Anexo 6. Resultados de Análisis de Suelos y Aguas

Anexo 7. Rubros y cronograma de actividades a realizarse en la construcción del muro de contención

CÓDIGO	RUBROS-DESCRIPCIÓN	TIEMPO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Replanteo y nivelación	3 DÍAS	M2	160,80	0,31	49,848
3	Excavación manual en material sin clasificar	2 DÍAS	M3	128,64	5,95	765,408
4	Relleno compactado con compactador mecánico material filtrante	1 DÍA	M3	13	19,93	259,09
5	Relleno compactado con compactador mecánico	1 DÍA	M3	120	4,95	594
6	Hormigón ciclópeo, incluye encofrado	5 DÍAS	M3	192,96	112,87	21779,395
7	Desalojo de material a volquete, cargada manual	2 DIAS	M3	128,64	2,83	364,051
					TOTAL	**23811,792**

Anexo 8. Corte de perfil de Movimiento Nro. 1

Anexo 9. Corte de perfil de Movimiento Nro. 2

Anexo 10. Corte de perfil de Movimiento Nro. 3