



EVALUACIÓN DE EMPLAZAMIENTO DE SITIOS PARA
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE MITIGACIÓN EN
PUNTOS CRÍTICOS, DE LOS MUNICIPIOS DE LA
CONCORDIA Y JINOTEGA

INFORME TÉCNICO

Por:

Comisión Técnica Inter-Institucional (CTI)

Tupak Ernesto Obando Rivera
Unidad Técnica del Proyecto NI-T1090
SE-SINAPRED

Bismark Valdez Martínez
Unidad Técnica del Proyecto NI-L1048
MARENA

Jamil Antonio Robleto Molina
Dirección de Recursos Hídricos
INETER

Managua, 27 de Junio del 2011

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN

II. OBJETIVOS

- 2.1. General
- 2.2. Específicos

III. METODOLOGÍA DESARROLLADA

- 3.1. Trabajo de Oficina
- 3.2. Trabajo de Campo
- 3.3. Análisis y procesamiento de la Información
- 3.4. Elaboración de Informe Final

IV. RESULTADOS

- 4.1. Mapa de punto crítico, y ruta de acceso en Barrio El Panorama, Jinotega (contiene obras de mitigación, y fotografías)
- 4.2. Mapa de punto crítico, y ruta de acceso en la Concordia (contiene obras de mitigación, y fotografías)

V. CONCLUSIONES

- 5.1. Componente Geológico/Geotécnico
- 5.2. Componente Hidrológico
- 5.3. Componente Ambiental

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. Componente Geológico/Geotécnico
- 6.2. Componente Hidrológico
- 6.3. Componente Ambiental

VII. ANEXOS

- 7.1. Acrónimos
- 7.2. Glosario

I. INTRODUCCIÓN

El presente Informe tuvo por objetivo evaluar las condiciones de estabilidad geológica, hidrológica, ambiental y gestión de riesgo a desastres en puntos críticos, en los municipios de la Concordia y Jinotega para el emplazamiento seguro de obras civiles de mitigación en apoyo a los lineamientos y prioridades establecida en el proyecto BID, NI-L1048 a cargo por el MARENA.

Este trabajo se realizó en respuesta a la petición de la Arq. **Suyen Pérez Aburto**, Directora General de Cambio Climático del MARENA a la Comisión Técnica Interinstitucional conformada por la SE-SINAPRED, MTI, INIFOM, e INETER para cumplimiento de los objetivos y metas propuestos en Proyecto BID, L1048.

La Comisión Técnica Inter-institucional (CTI, Managua), respondió con una visita de tres días consecutivos, realizada entre el miércoles 22 al viernes 24 de junio del 2011. La metodología aplicada consistió en la observación y medición de datos de campo, y su correlación con información brindada por personal técnico de las municipalidades.

Esta actividad se llevo a cabo con la participación inmediata y efectiva de:

- ✚ **TUPAK ERNESTO OBANDO RIVERA.** Especialista en Geología, y Gestión de Riesgo de la Secretaria Ejecutiva del Sistema Nacional de Atención, Prevención y Reducción de Desastres (SE-SINAPRED, Managua)
- ✚ **BISMARCK VALDEZ MARTINEZ.** Director de Emergencia Ambientales del Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente (MARENA, Managua)
- ✚ **JAMIL ANTONIO ROBLETO MOLINA.** Especialista en Hidrología del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, Managua).
- ✚ **ALCALDIAS.** Unidad Ambiental, y de Gestión de Riesgo de Alcaldía de la Concordia, y Dirección de Planificación de Alcaldía de Jinotega.

Con la ejecución de esta actividad se está contribuyendo con el fortalecimiento de planes de desarrollo municipal y gestión de riesgo de los municipios, La Concordia y Jinotega, así como a la zonificación urbana de los mismos.

Se agradece mucho la colaboración de las principales autoridades municipales de la Concordia y Jinotega, la compañía en campo, contacto con personas e intercambio de información con el fin de mostrar lugares de interés.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar las condiciones de estabilidad geológica, hidrológica. Ambiental y gestión de riesgos en puntos críticos para construcción de obras civiles de mitigación en los municipios, La Concordia y Jinotega.

2.2. Específicos

2.2.1. Valorar la viabilidad técnica de los puntos críticos destinados al emplazamiento de obras civiles de mitigación en el área del Proyecto.

2.2.2. Proponer obras de ingeniería para mitigar los efectos adversos de las inundaciones en el Barrio El Panorama (Municipio de Jinotega), y La Concordia.

2.2.3. Generar información novedosa y actualizada de esa región del Norte del país para su aplicación en el diseño de obras civiles de mitigación a ante desastres.

III. METODOLOGÍA DESARROLLADA

3.1- Trabajo de oficina

En esta fase se recopiló y revisó información disponible relativa al área de interés, para efectos de ubicar en mapa ruta de acceso a puntos críticos, posición geográfica y espacial, así como, elementos expuestos a riesgos por amenazas naturales (deslizamientos, fallas geológicas, inundaciones).

La hoja topográfica estudiada es la Concordia y Jinotega, de Ineter, escala ampliada de la 1:50,000 del año 1988, y planos de las áreas urbanas en el caso de Jinotega.



Ilustración No. 1. a) Identificación y análisis de puntos amenazados por las inundaciones, en donde está previsto el diseño y construcción de obras mitigación dentro del marco de la Operación de Préstamo del Programa BID, NIL1048 que ejecuta MARENA. b) Coordinación y ejecución de tareas, técnicas, operativas y logísticas en el área del Proyecto para alcanzar los objetivos y actividades propuestos del trabajo.

3.1- Trabajo de campo

Se consultó con funcionarios y técnicos de alcaldías de Municipios de La Concordia, y Jinotega, así como sus pobladores, sobre los criterios asumidos en la selección de puntos críticos. Siendo estos:

La intensidad, duración, frecuencia y cantidad de las precipitaciones.

Las afectaciones estructurales y físicas resultantes en viviendas, puentes peatonales y alcantarillas, debido a las inundaciones generadas por las lluvias en los puntos seleccionados.

Por otro lado, se trataron formas de organización de tareas, técnicas, operativas y logísticas para esos territorios.

Se hicieron recorridos a puntos críticos para el levantamiento de datos y toma de fotografías para ilustrar estado actual de los mismos, ubicación de obras de mitigación, así como, afloramientos de roca y magnitud de deslizamientos, trazos de fallas geológicas; magnitud del caudal del río Viejo, y afectaciones ambientales locales, y geo-referenciación de puntos críticos.

Para lo cual, se recorrió en vehículo, la carretera y caminos de acceso intermunicipal y también se caminó por senderos y quebrada La Chichigua para reconocer puntos críticos, describir sus características y verificar factores que contribuyen a los procesos de inestabilidad.

Una vez allí, se realizó la observación y medición del terreno (**Ilustración No 2**) y entorno próximo a puntos críticos, en el que se tomaron datos de campo, entre estos, tipo y naturaleza de material del subsuelo afectado, la presencia de elementos estructurales locales (fallas geológicas, fracturas tectónicas u otros), la disposición espacial de macizos rocosos, tipo de inestabilidad del terreno, zonas de erosión activa de cauces fluviales, zonas de inundaciones, propiedades hidráulicas, tipo de vegetación y condiciones ambientales.



Ilustración No 2. Descripción y medición de datos por la Comisión Técnica Interinstitucional establecida para evaluación de puntos críticos en Municipios, la Concordia y Jinotega realizada entre el 22 al 24 de Junio del 2011.

Todos los puntos de levantamiento de datos se geo-referenciaron con un gps manual en coordenadas UTM y datum WGS84, para su ubicación en la hoja topográfica, a escala ampliada y localización de sitios de control del camino hacia puntos críticos y datos de condiciones de accesibilidad en posteriores recorrido al área. El grado de precisión de los datos fue ± 3 metros.

En una etapa final se prepararon los datos para elaborar este reporte, este mismo incluye los recursos necesarios para su conformación

Localización y accesibilidad

La localización de los sitios y la ruta de acceso se ilustran en la Figura No 1. Se sale de la ciudad de Managua, siguiendo la Carretera Panamericana hasta municipios de la Concordia, y Jinotega.

Es posible llegar en vehículo a los puntos críticos, por un camino todo tiempo que pasa próximo a estos. Durante el periodo de lluvias la condición del camino se puede ver afectada.

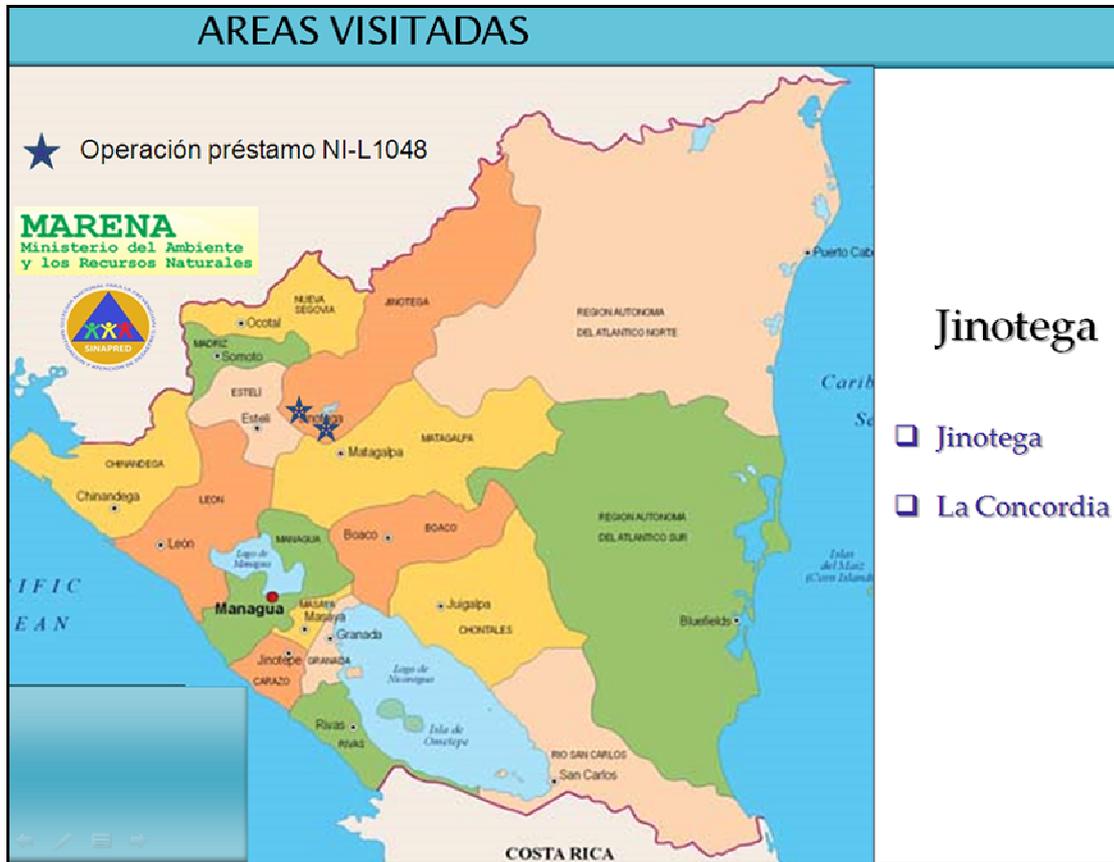


Ilustración No 2. Ubicación geográfica de áreas inspeccionadas del Proyecto BID, NI-L1048 a cargo del MARENA para el departamento de Jinotega.

3.3.- Análisis y Procesamiento de la información

Esta etapa consistió en el procesamiento de datos aplicando el programa ArcGis v. 9.3 para la preparación de mapa de ubicación de puntos, y ruta crítica, apoyado de base topográfica existente del área de la Concordia y Jinotega a escala modificada de la 1:50,000 con datum WGS 84 del año 1988 editado por Ineter.

Para todo ello, se emplean conceptos de Sistema de Información Geográfica con ayuda del Software ArcGis 9,3 para la digitalización de capas temáticas espaciales asociados

con elementos antes descritos. Se establecieron atributos simbología y descripción basada en criterios del especialista

3.4.- Elaboración de informe final

Se preparó informe final a partir del ordenamiento, sistematización y análisis de datos obtenido en aras de evaluar conjuntamente los componentes geología, recursos hídrico y ambiente para los municipios, La Concordia y Jinotega para ubicación de obras civiles de mitigación.

La información levantada durante los recorridos de campo fue organizada y correlacionada con datos existentes para la elaboración del presente documento. Los datos tomados en el terreno son transformados junto con el mapa de campo al datum WGS 84, para mantener las mismas referencias. El programa usado para elaborar figuras y anexos gráficos es ArcGIS 9.

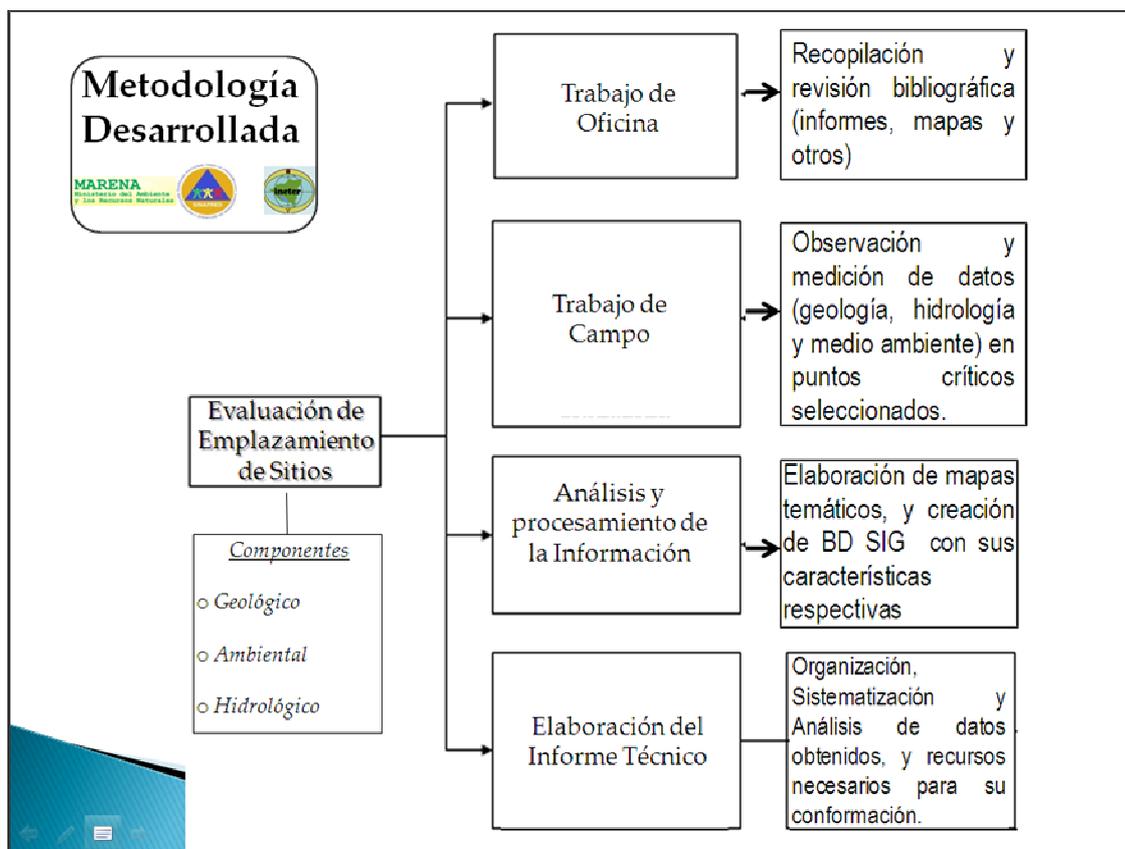


Ilustración No 3. Diseño metodológico realizado para la Evaluación de Emplazamiento de Sitios en puntos críticos de Municipios, La Concordia y Jinotega aplicando criterios geológicos, hidrológicos y ambientales.

Por otro lado, en Mapa No 2, los 05 puntos críticos se ubican en la parte alta de la Subcuenca del Río Viejo, donde se existen altas pendiente, y condiciones climáticas favorables, que propician crecidas repentinas del Río con corrientes de altas velocidades, las cuales erosionan y transportan volúmenes considerables de sedimentos rocosos y vegetativo que ponen en riesgo las estructuras civiles horizontales existentes y en proceso de diseño y construcción.

Hoy en día, las inundaciones perjudican los rubros productivos de maíz y frijol, así como la interrupción de la vías de acceso entre comunidades aledañas.

En la zona, las condiciones físicas de los materiales, la topografía, y la ubicación geográfica del mismo incrementan la tasa de crecidas y desborde del cauce. Por el cual, cualquier asentamiento habitacional está expuesto a riesgo. Dos de los cinco puntos críticos se ubican en sector Sur de la Concordia, sitios donde se presentaron mayores daños estructurales y físicos en las obras civiles (Véase Mapa No 2).

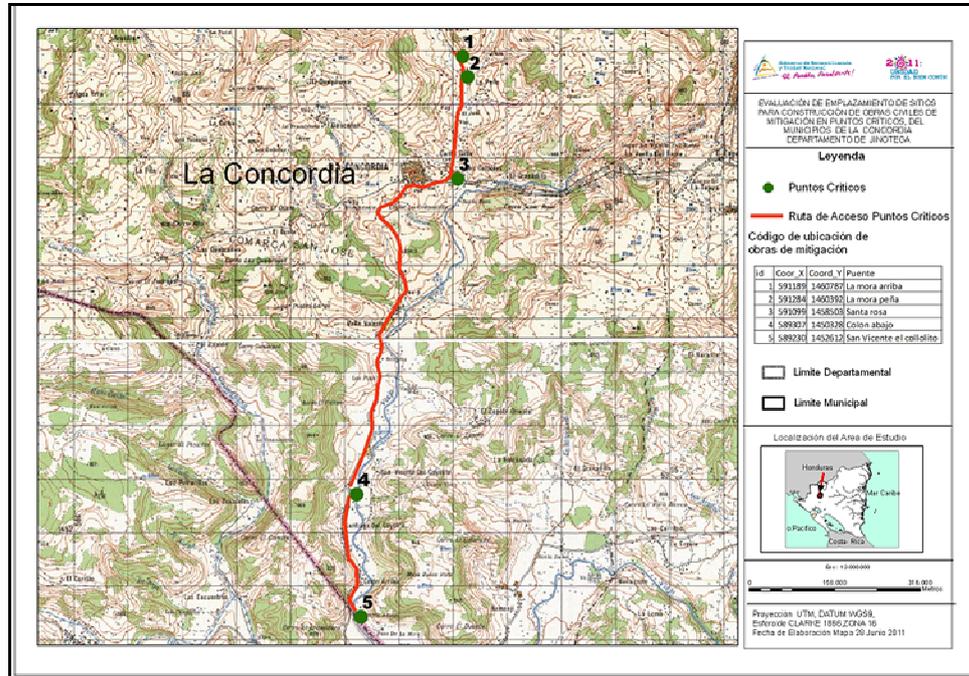


Ilustración No 5. Ubicación de puntos, y trazos de rutas críticas en Barrio El Panorama (Jinotega).

V. CONCLUSIONES

Componente Geología/Geotecnia

▪ Barrio El Panorama (Municipio de Jinotega)

- Las condiciones geológicas, geotécnicas y gestión de riesgo son óptimas para el diseño y construcción de obras de drenaje (alcantarillados). Esto debido a que las condiciones físicas de los materiales geológicos (roca y suelos) son buenas en términos de firmeza y consolidación.

- Sin embargo, debido a la alta pendientes (superiores a los 50 grados) y la erosividad de la escorrentía superficial, se presenta grados considerables de meteorización en dichos materiales.



Ilustración No 6. Indicios de escorrentía superficial Barrio Panorama

- Es preciso mencionar, que los 5 puntos críticos identificados en el área están asentados en estructura de un flujo de detritos importante constituido principalmente, por limo-arcilla y arena-arcillosa café oscura, humedecida y suelta, relativamente estables y seguras, en se ubican 285 familias (aprox. 2000 personas)

- Se solicita actualización o creación de plan de gestión de



riesgo a deslizamiento superficial para prevenir y reducir escenarios de desastres.

Ilustración No.7. Vista de terreno inestable en Barrio Panorama.

- No obstante, ello no impide la construcción de obras civiles de mitigación ante inundaciones y crecidas del río tal como ha sido contemplado en los lineamientos y prioridades del Proyecto BID, NI-L1048 (MARENA), debido a las características y posición geográfica de las obras.
- Finalmente, se propone mejoramiento y/o construcción de alcantarillas en los puntos críticos de esta área como obra de mitigación directa, siendo aporte esencial a la gestión de riesgo municipal.



Ilustración No 8. Punto de ubicación de alcantarilla, propuesto para reforma ingenieril



Ilustración No 9. Área propuesta para obra de drenaje (construcción de alcantarilla).
Barrio El Panorama.

▪ La Concordia

- Las condiciones de estabilidad geológica, y geotécnica son adecuadas para emplazar cimientos de puentes peatonales **Mora Arriba y San Vicente Coyolito**. Esto debido a que las base de asentamiento de las obras lo constituye material firme y estable del suelo (constituido por arenas – limo y conglomerados aluviales). No se muestra evidencia física de deslizamientos superficiales, ni presencia de trazos de fallas geológicas puntuales.



Ilustración No.10. Puente peatonal Mora Arriba



Ilustración No.11. Puente peatonal San Vicente Coyolito, cimentado en roca sedimentaria firme y estable, geológicamente conocido como Conglomerado aluvial, ubicado en margen derecha del puente en la foto. En margen izquierda del puente, se presentan material arenoso muy bien consolidado

- Aquí mismo, los tipos de vegetación predominante, son pinos, guácimo y chilamate, árboles que fijan la estructura del subsuelo, y reducen los procesos activos de erosión superficial, minimizando el poder degradante de la escorrentía superficial.
- Por otro lado, en los Puentes peatonales La **Peña**, **Santa Rosa** y **Colón Abajo**, las condiciones geológicas y geotécnica del subsuelo no son aptas para cimentar obras de mitigación, a pesar que sus bases están fijadas en roca firme y compacta (como p.ej. material basalto, arena limo y arenas), ya que geográficamente están ubicados en zona activa de inundación importante. En el territorio, no hay indicios de deslizamientos superficiales, ni presencia de trazos de fallas geológicas.



Ilustración No.12. Puente Peatonal Mora Peña



Ilustración No 13. Puente Peatonal Santa Rosa



Ilustración No 14. Puente peatonal Colón Abajo.

- Finalmente, la vegetación predominante en la colindancia de puente La **Peña**, **Santa Rosa y Colón Abajo**, son similares a las anteriores. Cabe mencionar, que las estructuras metálicas que revisten estos puentes peatonales han sido destruido parcial o totalmente, quedando inhabilitados para el tránsito de personas.

Componente Hidrológico

▪ **Barrio El Panorama (Municipio de Jinotega)**

El barrio se ubica en zona de laderas de cerro, con pendientes muy pronunciadas, dicha área es propicia para eventos de inundaciones repentinas, provocadas por precipitaciones de tipo convectivas, las cuales caen de forma directa sobre el casco urbano de Jinotega, por tanto la carencia de obras de drenaje principalmente en el área afectada (Barrio completo) es la causa principal de las inundaciones que son provocadas por escorrentía directa, en algún momento cuando se encuentra crecido el río Jinotega, este obstruye el desagüe natural de la escorrentía, lo que provoca la retención de flujo y por consecuencia una duración mayor del evento.

▪ **Municipio La Concordia**

Puentes peatonales:

Es importante citar que todos están establecidos dentro del cauce principal del río viejo y no abarcan el ancho total del cauce natural, los mismos se ubican en la parte alta de la cuenca, en donde las pendientes medias de los río (afluente y principal) son mayores al 4%; esta condición propicia inundaciones de tipo repentinas y con gran arrastre de sedimentos (rocas y arboles), situación que también permite la desviación del flujo de agua fuera de su cauce principal, provocando incomunicación entre las comunidades asentadas del otro lado del río, respecto a la cabecera municipal de la concordia. El detalle situacional encontrado para cada sitio fue el siguiente:

Sitio 1: La Mora Arriba.

Esta infraestructura no fue afectada por la inundación, esto debido a la acumulación de sedimento rocoso y vegetación aproximadamente 100 m aguas arriba de su ubicación, lo que provoco que el río se saliera de su cauce principal, bordeando el puente sobre la margen derecha y causando problemas de incomunicación.

Sitio 2: La Mora Peña.

En este sitio, el puente presenta socavación de la base ubicada en su margen izquierda, producto de la fuerza del agua y el tipo de suelo donde se encuentra asentada.

Sitios 3,4 y5: Santa Rosa, Colon Abajo y San Vicente del Coyolito.

Los tres puentes peatonales fueron destruidos producto del arrastre de sedimento durante las crecidas, principalmente el arrastre de arboles de gran tamaño que dañaron las columnas que sostienen los cables de acero y por tanto el río arrastro la plancha de tránsito peatonal, quedando intactas ambas bases, no así en el caso de Santa Rosa donde la base ubicada en la margen izquierda fue destruida totalmente.

En lo general:

Los sitios seleccionados para la ubicación de las obras (Puentes), no cumplen en un 100 % con las condiciones técnicas para la instalación de infraestructura de este tipo, no obstante debido al aspecto social del proyecto que radica en la búsqueda de alternativas de comunicación entre las comunidades y la cabecera municipal de la concordia, dichos sitios representan la única alternativa posible ya que al alejarse mas de las vías tradicionales de acceso, se tiende a caer en el problema de subutilización de las obras planificadas ya que la población beneficiada no haría uso de las mismas por la lejanía de estas.

Sitios 6: Casco Urbano La Concordia

Existe problema de inundación en parte del área urbana, debido al desbordamiento de agua dentro del cauce de drenaje pluvial que atraviesa la ciudad, el mismo no se encuentra revestido en su totalidad y no posee un área hidráulica definida a lo largo de su trayecto, lo que permite la inundación principalmente en la parte baja de la ciudad (Casa de la Mujer); las corrientes son producto de lluvias convectivas y altas pendiente donde se ubica la ciudad, en cuyo caso los drenajes naturales desaguan en el.

Componente Ambiental

- **Barrio El Panorama (Municipio de Jinotega)**

El Barrio Panorama, se localiza en el margen sureste de la ciudad de Jinotega, sobre uno de los costados de la carretera regional de la ciudad, presentando una topografía irregular con rangos de pendientes entre 10% y 18 %. No cuenta con una infraestructura de drenaje pluvial que ayude a evacuar las escorrentías que descienden de cerros aledaños producidas por las fuertes precipitaciones,

características de la zona causando inundaciones y erosión de calles y viviendas.

Los sitios críticos se encuentran localizado en el casco urbano Barrio El Panorama se requiere de Obra de drenaje pluvial. De acuerdo a la consulta a los Gabinetes del Poder Ciudadano, existe una alta demanda de adoquinado de calles y Obras de drenaje pluvial y Reforestación del Rio Viejo.

▪ **Municipio La Concordia**

Sitio No. 1. Comarca Mora Arriba

El despale que se dieron por el cambio de uso de bosque de galería a cultivo agrícola, ha afectado la cuenca del rio viejo agua arriba y agua abajo en 300 metros de longitud del sitio critico uno. Se deben de implementar medidas de reforestación para la protección de la flora y fauna.

Sitio No 2. Comarca Mora Peña

Despale de bosque de galería afectado la cuenca del rio viejo agua arriba y agua abajo en 360 metros de longitud del sitio critico dos. Se deben de implementar medidas de reforestación para la protección de la flora y fauna.

Sitio No 3. Comarca Santa Rosa

Despale de bosque de galería afectado la cuenca del rio viejo agua arriba y agua abajo en 400 metros de longitud del sitio critico tres. Amenaza de inundación alta debido a que se une la quebrada la chichigua con el rio viejo, dejando incomunicado a la población, Se deben de implementar medidas de reforestación para la protección de la flora y fauna.

Sitio No 4. Comarca Colon Abajo

Despale de bosque de galería afectado la cuenca del rio viejo agua arriba y agua abajo en 300 metros de longitud del sitio critico cuatro. Se deben de implementar medidas de reforestación para la protección de la flora y fauna.

Sitio No 5. Comarca San Vicente El Coyolito

Despale de bosque de galería afectado la cuenca del rio viejo agua arriba y agua abajo en 400 metros de longitud del sitio critico cinco. Se deben de implementar medidas de reforestación para la protección de la flora y fauna.

VI. RECOMENDACIONES

Componente Geología/Geotecnia

▪ **Barrio El Panorama (Municipio de Jinotega)**

- A la **Dirección de Planificación de la Alcaldía de Jinotega**, solicitar a la Comisión Técnica Interinstitucional (CTI, Managua), cooperación técnica en la valoración y seguimiento de las condiciones geológicas, geotécnicas, geoestructural, sísmica y gestión de riesgo de los deslizamientos superficiales (flujos de detritos) en esa región en aras de prevenir y reducir el riesgo a desastre al que está expuesta las obras civiles de mitigación ante inundaciones emplazadas en los puntos críticos identificado para esa región.



Foto No. 14. Flujo de detrito (deslizamiento superficial, en círculo rojo) en lo alto de ladera del Cerro a escasos metros del Barrio El Panorama, de donde provienen volúmenes considerables de lodo, ramas y troncos de árboles pendiente abajo hasta alcanzar la cota de El Panorama, poniendo en riesgo a familias y viviendas, así como, obras de drenaje que allí se ubican.

- A la **Alcaldías, La Concordia y Jinotega**, desarrollar taller de capacitación, y sesiones informativas explicando los resultados obtenidos de este informe técnico para contribuir a la planificación física y ordenamiento de territorios, así como, la gestión de riesgo municipal. Talleres que deben impartirse a líderes

comunitarios, pobladores del lugar y organismos de prevención y rescate. Instalar rótulos o letreros en advertencia de puntos inundables o inestables del terreno dentro y fuera del Barrio para aminorar el tránsito de personas por esos sitios, especialmente durante la lluvia.

- Considerar en la construcción de obras de drenaje del Barrio, la información hidrológica y meteorológica actual de esa área para la mejor proyección, y seguridad constructiva de las mismas.



Foto No 15. Drenaje de aguas negras y servidas en el área. Nótese, la inclinación del terreno tomando de referencia plano de cimiento de casas.)

- Mantener informado a pobladores del Barrio, sobre el estado actual del problema, preparativos de planes de evacuación, y formas de autoprotección ante situación de emergencia, como elemento importante a la gestión de riesgo a desastre.

- **A líderes comunitarios y pobladores**, incorporarse a los distintos programas de participación ciudadana ante desastres por deslizamientos y/o inundaciones en virtud de salvaguardar la vida humana y minimizar los daños materiales. Por ejemplo, incentivar espacios de participación activa de la ciudadanía como simulacros, jornadas de capacitación y ejecución de planes de auto-preparación y respuesta ante emergencias, entre otras. Invitar a pobladores del lugar a las campañas y jornadas de reforestación en el sector montañoso del cerro afectado por flujo de detritos, sobre todo época de verano, una vez que la humedad del suelo halla disminuido, y el material se encuentre endurecido y accesible para andar, y la vegetación algo crecida. Con el fin de fijar la estructura de la masa de suelo y roca movilizado por este deslizamiento o flujo de detrito. Se insta a pobladores a que notifiquen a las autoridades del gobierno municipal, y Defensa Civil sobre zonas afectadas por inundaciones ó deslizamientos en el sitio.



Ilustración No 16. Terrenos inestables en Barrio El Panorama debido a las altas pendiente del relieve, las lluvias y condiciones física de los materiales (roca y suelos).

■ **La Concordia**

En los Puentes Peatonales:

- **La Mora**, se sugiere remover hacia las márgenes estables del talud dentro del cauce del Río Viejo, el material arenoso y troncos de árboles procedente de lo alto del terreno, el cual se ubica a 100 metros de distancia del Puente La Mora Arriba. Es decir, limpiar los sedimentos y ramas que se ubican dentro del Cauce del río próximo a Puente Mora Arriba para evitar o disminuir el represamiento del agua, y su rebalse

sobre el entorno, como medida de prevención al arrastre de persona que transitan por allí. Colocar en sitio visible y a ambos lados del Río un aviso de alerta que prevenga a personas y conductores de vehículos del riesgo que implica su cruce bajo condiciones lluviosas y de crecida, en particular durante la noche.



Ilustración No 17. Materiales sedimentarios fragmentarios y sueltos traídos por el Río Viejo hacia puente peatónal Mora Arriba. Nótese, que las márgenes del cauce han ido avanzando en sus partes laterales, ocupando más espacio del terreno, y poniendo en riesgo los elementos expuesto (campos de cultivos, fauna silvestre, viviendas improvisadas, vía de acceso terrestre, y el puente peatónal propiamente dicho.)

- **San Vicente Coyolito**, se propone desplazar los cimientos de margen izquierda del puente peatónal, unos 5 metros tierra adentro hacia puntos estables y firmes del terreno (elevar metro y medio de altura de los cimientos en el terreno). Colocar en sitio visible y a ambos lados del Río un aviso de alerta que prevenga a personas del riesgo que implica su cruce bajo condiciones lluviosas y de crecida, en particular durante la noche.
- **La Peña**, se aconseja desplazar cimiento de la margen derecha de la construcción unos 4 metros de distancia hacia puntos firmes y estables del terreno, en vista que es afectado por derrumbe de roca. Colocar en sitio visible y a ambos lados del Río un aviso de alerta que prevenga a personas del riesgo que implica su cruce bajo condiciones lluviosas y de crecida, en particular durante la noche.

- En **Santa Rosa**, se sugiere desplazar cimientos 4 metros tierra adentro, y reforzar sus bases con el diseño y construcción de gaviones.
- En el **Cauce Principal** de este municipio, se aconseja el rediseño de las obras de drenaje considerando criterios y métodos hidrológicos aplicados.

Componente Hidrológico

▪ **Barrio El Panorama (Municipio de Jinotega)**

El diseño e implementación de obras de drenaje pluvial, que contemple canales de desagüe con la capacidad hidráulica óptima para drenar las aguas producto de la escorrentía directa, disipadores de energía dentro de los mismos que aminoren la velocidad del flujo debido a las altas pendientes, calles y cunetas; es considerado como la única alternativa para mitigar en gran medida el problema de las inundaciones que se presentan con gran frecuencia en este barrio.

▪ **Municipio La Concordia**

Sitio 1: La Mora Arriba.

La acumulación de sedimento en alguna medida sirve para la desviación de flujo y por ende protección del puente, por tanto se recomienda realizar limpieza del sedimento de tipo vegetativo y no rocoso, para evitar que este sea arrastrado durante una nueva crecida, así mismo también se recomienda ampliar el claro del puente (alargarlo) en ambas márgenes para que el mismo no quede como isla, al momento de una crecida, y logre brindar el tránsito peatonal a lo largo de todo el cauce natural del río.

Sitio 2: La Mora Peña.

Al igual que el sitio anterior, se recomienda la ampliación de la infraestructura a lo largo de todo el cauce natural del río, fortalecimiento de las bases y construcción de obras de protección de las mismas para disminuir la erosión provocada por la velocidad del flujo.

Sitios 3: Santa Rosa.

Reforzamiento de la base ubicada en la margen derecha, reconstrucción de la otra base y las columnas que soportan los cables del puente, así mismo considerar elevar 1.5 m la altura del paso peatonal por encima de la altura con que fue diseñado el puente anterior.

Es importante citar que el tránsito peatonal queda restringido por la quebrada Chichigua, la cual es afluente del río viejo, por lo que hay que considerar la construcción de otro puente peatonal en este punto para garantizar el tránsito libre hacia la cabecera municipal.

Sitios 4: Colon Abajo.

Se recomienda el reforzamiento de la base del puente ubicada en la margen izquierda.

Este sitio sirve de paso (comunicación) entre la cabecera municipal de la concordia, comunidades y aéreas de uso muy productivo (agrícola), además que sirve de vía hacia el municipio de San Rafael del Norte, por tanto lo más indicado a implementar en este sitio es la construcción de una caja puente o puente alcantarilla de paso vehicular y transporte pesado.

Sitios 5: San Vicente del Coyolito.

Se recomienda reubicar la base del puente que se ubica sobre la margen izquierda (4 m más adentro, sobre la misma dirección), y elevar 1.5 m más de altura sobre la infraestructura anterior.

En lo general:

Las infraestructuras actuales y anteriores (dañadas), poseen un diseño ajustado a la realidad presupuestaria de la municipalidad, sin embargo esto no es una restricción para considerar un mejor diseño, que cumpla con los requerimientos de infraestructura mínimos para este tipo de obras, tomando en cuenta los estudios técnicos requeridos, entre ellos hidrológicos, estructurales, suelo etc., por tanto es recomendable tomar en cuenta considerar, el rediseño total de los mismos ajustado a las especificaciones y normas técnicas.

Sitios 6: Casco Urbano La Concordia

Se recomienda el diseño del cauce principal, que cumpla con los requerimientos técnicos necesarios para que el mismo pueda contener las aguas precipitadas y evacuarlas de tal forma que la capacidad hidráulica del mismo no permita su desbordamiento en todo su recorrido.

Componente Ambiental

▪ Barrio El Panorama (Municipio de Jinotega)

- Los sitios críticos propuesto por la alcaldía se encuentran ubicado en casco urbano, zona de amenaza a inundaciones, promover campañas de sensibilización y educación a la población para el fomento de la cultura de prevención de riesgos y desastres.
- Realizar plan de reforestación en la cuenca del Rio Viejo y cerros aledaños.
- Actualización del mapa de uso de la tierra y uso potencial de la cuenca rio viejo, con personal técnico del equipo interinstitucional capacitado en el uso de GPS, Procesamiento de Imágenes de Satélite.

- Organizar a comunidades para identificar, priorizar áreas en zonas importantes para protección del río viejo, determinando especies a ser utilizadas en las reforestaciones

- **Municipio La Concordia**

- Los sitios críticos propuesto por la alcaldía se encuentran ubicado en zona de amenaza a inundaciones, promover campañas de sensibilización y educación a la población para el fomento de la cultura de prevención de riesgos y desastres.
- Realizar plan de reforestación en la cuenca del Río Viejo.
- Actualización del mapa de uso de la tierra y uso potencial de la cuenca río viejo, con personal técnico del equipo interinstitucional capacitado en el uso de GPS, Procesamiento de Imágenes de Satélite.
- Organizar a comunidades para identificar, priorizar áreas en zonas importantes para protección del río viejo, determinando especies a ser utilizadas en las reforestaciones

VII. ANEXOS

7.1.- Acrónimos

Siglas	Significado
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CTI	Comisión Técnica Inter-Institucional
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INFOM	Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal
MARENA	Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente
MTI	Ministerio de Transporte e Infraestructura
SE	Secretaría Ejecutiva
SIG	Sistema de Información Geográfica
SINAPRED	Sistema Nacional de Atención, Prevención y Reducción de Desastres
UTM	Unidad Transversal Mercator
UTP	Unidad Técnica de Proyecto
NI-T1090/NI-L1048	Proyectos BID, sobre Análisis e Incorporación de la Gestión de Riesgo a los Planes de Desarrollo Territorial y Zonificación Urbana

7.1.- Glosario

ArcGis

Es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como ArcGIS Server, para la publicación y gestión web, o ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo.

Basalto

Es una roca ígnea volcánica. Se compone mayormente de piroxeno y olivino, con un alto contenido de hierro y cantidades menores de feldespato y cuarzo.

De color oscuro, es la roca más abundante en la corteza terrestre, formada por enfriamiento rápido del magma expulsado del manto por los volcanes. Por esta razón suele presentar vacuolas y cubrir extensas áreas.

Es común que la roca expuesta a la atmósfera se meteorice. Sin embargo, también es común que el material procedente de bancos sanos sea de muy buena calidad y adecuado para su uso en construcción, lo que se verifica mediante ensayos. Los usuales son el ensayo de desgaste por el procedimiento de Los Ángeles, actualmente con tendencia al desuso para este material, y el ensayo de durabilidad por inmersión en dimetil sulfóxido.

Los cambios estructurales sufridos por la corteza terrestre hacen que zonas ocupadas por el mar estén afloradas en las plataformas continentales y en ellas haya abundancia de basalto. Suele ser de color gris oscuro, y tiene muchas veces una textura vesicular que conserva los vestigios de burbujas producidas por vapor de agua en expansión, generado durante el enfriamiento y la solidificación de la lava.

También son características del basalto las masas con forma columnar almohadillada. En ellas el grano del basalto es fino debido al rápido enfriamiento.

Conglomerado aluvial

Es una roca sedimentaria de tipo detrítico formada por cantos redondeados de otras rocas unidos por un cemento. Se distingue de las brechas en que éstas consisten en fragmentos angulares. Ambas se caracterizan porque sus fragmentos constitutivos son mayores que los de la arena (>2 mm).

Cuando los detritos consisten en guijarros, el conglomerado es una pudinga. Los conglomerados osíferos contienen abundantes fragmentos de huesos fosilizados. Los bancos de pudingas son a veces el índice de un avance del mar sobre la plataforma continental.

También se utiliza el término "raña" para los depósitos de cantos de cuarcita, mezclados con arcillas o arenas, que se extiende, por lo general, al pie de una cordillera o borde de una cuenca de sedimentación. P.ej.- las extensas rañas de cantos cuarcíticos con matriz rojiza arcillosa del Plioceno; o las rañas cuarcíticas más lavadas del Pleistoceno.

Columna estratigráfica

Representación utilizada en geología y sus subcampos de estratigrafía para describir la ubicación vertical de unidades de roca en un área específico. Una típica columna estratigráfica muestra una secuencia de rocas sedimentarias, con las rocas más antiguas en la parte inferior y las más joven en la parte superior.

Deslizamiento superficial

Es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud.

Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos.

Estos tipos de inestabilidades son evitables por medios técnicos. Sin embargo, el resto de tipos de corrimientos (flujo de arcilla, licuefacción y reptación) resultan más difíciles de evitar.

Derrumbe de roca

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

Estratigrafía

Es la rama de la Geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias estratificadas, y de la identificación, descripción, secuencia, tanto vertical como horizontal; cartografía y correlación de las unidades estratificadas de rocas

Falla geológica

Es una discontinuidad que se forma por fractura en las rocas superficiales de la Tierra (hasta unos 200 km de profundidad) cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla y su formación va acompañada de un deslizamiento de las rocas tangencial a este plano.

El movimiento causante de la dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas. En las masas montañosas que se han alzado por movimiento de fallas, el desplazamiento puede ser de miles de metros y muestra el efecto acumulado, durante largos periodos, de pequeños e imperceptibles desplazamientos, en vez de un gran levantamiento único. Sin embargo, cuando la actividad en una falla es repentina y brusca, se puede producir un gran terremoto, e incluso una ruptura de la superficie terrestre, generando una forma topográfica llamada escarpe de falla. El 18 de abril de 1906 la falla de San Andrés llamó dramáticamente la atención del mundo con un devastador terremoto de magnitud 8.1 en San Francisco, California. Esta gigantesca falla es el área de contacto, o frontera, entre dos de las grandes placas tectónicas: la del Pacífico y la de Norteamérica

Flujo de detritos

Es el tipo más rápido (sobre los 80 km/h) y fluido de corrimientos de tierra. Consiste en una colada con elevada concentración de materiales detríticos, que se mueven hacia los valles con velocidades que pueden alcanzar y, en algunos casos, superar los 10 m/s. El material transportado tiene una granulometría muy variable, y un fenómeno singular se manifiesta frecuentemente con oleadas sucesivas ("pulsaciones") debido a la obstrucción temporal del canal de transporte. Estas coladas detríticas son fenómenos difundidos en casi todas las regiones climáticas, y revisten una notable importancia tanto por su influencia en la evolución morfológica de las cuencas hidrográficas en las que ocurren, como por el riesgo potencial que significan sobre todo en las áreas montañosas, a causa de su elevada capacidad destructiva. En estas áreas, la disponibilidad hídrica aumenta de improviso debido comúnmente a precipitaciones intensas (lluvia, aguanieve y nieve, principalmente), lo que puede provocar una mayor escorrentía del agua por las pendientes, que a su vez arrastra y transporta grandes cantidades de detritos que luego se incorporarán al flujo de lodo.

Las coladas detríticas consisten en mezclas de materiales finos (arena, limo y arcilla) y más gruesos (grava), conteniendo una cantidad variable de agua, la cual se agrega de detritos vegetales. Se forma así una masa fangosa en suspensión acuosa que se propaga como un único cuerpo, sin separación entre la fase sólida y aquella líquida. Se trata de un fluido no newtoniano caracterizado por una variación de la resistencia a la

deformación no linealmente proporcional a la velocidad de la deformación angular. Ello determina una elevadísima capacidad erosiva propia de estos fenómenos.

Geología

Es la ciencia y el estudio de la materia física y energía que constituyen la Tierra. El campo de la geología comprende el estudio de la composición, estructura, propiedades, y la historia de la materia física del planeta, los procesos por los que se forma, se trasladó y cambió la historia de la vida en la Tierra, y las interacciones humanas con la Tierra.

La geología tal como la conocemos hoy fue establecida a partir de los estudios de James Hutton, al que se le considera el padre de la geología moderna.

Geotecnia

Es la rama de la ingeniería civil e ingeniería geológica que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra. Los ingenieros geotécnicos investigan el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar las cimentaciones para estructuras tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, estabilizar taludes, construir túneles y carreteras, etcétera.

Por ello, los ingenieros geotécnicos, además de entender cabalmente los principios de la mecánica y de la hidráulica, necesitan un adecuado dominio de los conceptos básicos de la geología. Es de especial importancia conocer las condiciones bajo las cuales determinados materiales fueron creados o depositados, y los posteriores procesos estructurales o diagenéticos (procesos metamórficos, de sustitución, cristalización, etc.) que han sufrido.

Diseños para estructuras construidas por encima de la superficie incluyen cimentaciones superficiales (zapatas), cimentaciones profundas (pilotes y muros de contención). Presas y diques son estructuras que pueden ser construidas de suelo o roca y que para su estabilidad y estanqueidad dependen en gran medida de los materiales sobre los que

están asentados o de los cuales se encuentran rodeados. Finalmente los túneles son estructuras construidas a través del suelo o roca y que dependen en gran medida de las características de los materiales a través de los cuales son construidos para definir el sistema de construcción, la duración de la obra y los costos.

Los ingenieros geotécnicos también investigan el riesgo para los seres humanos, las propiedades y el ambiente de fenómenos naturales o propiciados por la actividad humana tales como deslizamientos de terreno, hundimientos de tierra, flujos de lodo y caída de rocas.

Antiguamente, a la geotecnia se la identificaba como la mecánica de suelos; pero el término se amplió para incluir temas como la ingeniería sísmica, la elaboración de materiales geotécnicos, mejoramiento de las características del suelo, interacción suelo-estructura y otros. Sin embargo, la geotecnia es una de las ramas más jóvenes de la ingeniería civil y, por lo tanto, sigue evolucionando activamente.

Se considera a Karl Terzaghi como el padre de la ingeniería geotécnica y la mecánica de suelos.

GPS

es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el globo, a 20.200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la distancia al satélite mediante "triangulación" (método de trilateración inversa), la cual se basa en determinar la

distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.

Guácimo

Es un árbol de porte bajo y muy ramificado que puede alcanzar hasta 20 m de altura, con un tronco de 30 a 60 cm de diámetro recubierto de corteza gris. Savia incolora, mucilaginoso. Las hojas son simples, alternas, con estípulas, con la base asimétrica subcordada con pecíolos cortos, aovadas u oblongas, aserradas, de 6 a 12 cm de largo y con el ápice agudo. Produce flores pequeñas agrupadas en inflorescencias axilares y cortamente estipticadas; tiene 5 pétalos de color blanco-amarillento. El fruto es un cápsula subglobosa o elipsoide, negro-purpúrea al madurar y con la superficie muricada. Es muy común en la América tropical continental e insular. Es una especie heliófita y colonizadora por lo que es común encontrarla en terrenos yermos y cultivados, faldas de colinas y bosques secundarios de mediana elevación.

El mucílago se emplea para tratar las quemaduras provocadas por el guao. La decocción se ha empleado contra las hemorroides, atribuyéndosele propiedades emolientes y astringentes; también se utiliza para tratar contusiones y golpes, como diurético y antigripal.

La ingesta de grandes cantidades de diferentes partes de la planta pueden provocar náuseas, vómitos y diarreas.

El mucílago se utiliza también en el embellecimiento del pelo y para evitar su caída.

Hidráulica

Es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa (fuerza) y empuje de la misma.

Hidrología

Ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares. Por otra parte, el estudio de las aguas subterráneas corresponde a la hidrogeología

Por el contrario, se denomina hidrografía al estudio de todas las masas de agua de la Tierra y, en sentido más estricto, a la medida, recopilación y representación de los datos relativos al fondo del océano, las costas, las mareas y las corrientes, de manera que se puedan plasmar sobre una carta hidrográfica. No obstante esta diferencia, los términos se utilizarán casi como sinónimos, ya que la parte de la hidrografía que interesa aquí es aquella que crea relieve, por lo tanto, la que está en contacto con la superficie terrestre, y por eso mismo la que es objeto de un análisis hidrológico.

La circulación de las masas de agua en el planeta son responsables del modelado de la corteza terrestre, como queda de manifiesto en el ciclo geográfico. Esa influencia se manifiesta en función de la distribución de las masas de rocas coherentes y deleznales, y de las deformaciones que las han afectado, y son fundamentales en la definición de los diferentes relieves.

Recordemos que un río es una corriente de agua que fluye por un cauce desde las tierras altas a las tierras bajas y vierte en el mar o en una región endorreica (río colector) o a otro río (afluente). Los ríos se organizan en redes. Una cuenca hidrográfica es el área total que vierte sus aguas de escorrentía a un único río, aguas que dependen de las características de la alimentación. Una cuenca de drenaje es la parte de la superficie terrestre que es drenada por un sistema fluvial unitario. Su perímetro queda delimitado por la divisoria o interfluvio.

Los trazados de los elementos hidrográficos se caracteriza por la adaptación o inadaptación a las estructuras litológicas y tectónicas, pero también la estructura geológica actúa en el dominio de las redes hidrográficas determinando su estructura y evolución.

En la actualidad la hidrología tiene un papel muy importante en el planeamiento del uso de los Recursos Hidráulicos, y ha llegado a convertirse en parte fundamental de los proyectos de ingeniería que tienen que ver con suministro de agua, disposición de aguas servidas, drenaje, protección contra la acción de ríos y recreación. De otro lado, la

integración de la hidrología con la Geografía matemática en especial a través de los sistemas de información geográfica ha conducido al uso imprescindible del computador en el procesamiento de información existente y en la simulación de ocurrencia de eventos futuros.

Los estudios hidrológicos son fundamentales para:

El diseño de obras hidráulicas, para efectuar estos estudios se utilizan frecuentemente modelos matemáticos que representan el comportamiento de toda la cuenca sustentada por la obra en examen;

La operación optimizada del uso de los recursos hídricos en un sistema complejo de obras hidráulicas, sobre todo si son de usos múltiples. En este caso se utilizan generalmente modelos matemáticos conceptuales, y se procesan en tiempo real;

El correcto conocimiento del comportamiento hidrológico de como un río, arroyo, o de un lago es fundamental para poder establecer las áreas vulnerables a los eventos hidrometeorológicos extremos;

Prever un correcto diseño de infraestructura vial, como caminos, carreteras, ferrocarriles, etc.

Todo esto y muchas aplicaciones más hacen que el hidrólogo sea un personaje importante en todo equipo multidisciplinar que enfrenta problemas de ingeniería civil en general y problemas de carácter ambiental

Medio ambiente

Se entiende por medio ambiente todo lo que afecta a un ser vivo y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su vida.[1]

Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura. El Día Mundial del Medio Ambiente se celebra el 5 de junio.

Mitigación

Es la reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento :

Geológico, como un sismo o tsunami.

Hidrológico, inundación o sequía.

Sanitario.

Eventos fortuitos, como por ejemplo: incendio...

Se entiende también por mitigación al conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicos. Estas medidas deben estar consolidadas en un Plan de mitigación, el que debe formar parte del estudio de impacto ambiental.

Recursos hídricos

Se constituyen en uno de los recursos naturales renovables más importante para la vida. Tanto es así que las recientes investigaciones del sistema solar se dirigen a buscar vestigios de agua en otros planetas y lunas, como indicador de la posible existencia de vida en ellos.

La distribución es muy variada, existiendo áreas con exceso de agua, como por ejemplo el Región del Darién, entre Colombia y Panamá, y áreas extremadamente deficitarias, como el desierto de Atacama en el norte de Chile, y eso para referirnos solamente a América del Sur. La correcta gestión de los recursos hídricos ha dado pie a un sinnúmero de investigaciones en las más diversas áreas, como:

la física, tratando de explicar en profundidad el ciclo del agua;

la química describiendo la disponibilidad espacial;

la hidrología, determinando su disponibilidad temporal;

la hidráulica, estudiando el comportamiento físico del agua, que no tiene nada de simple, a pesar de que así parezca, no en vano, a Leonardo Da Vinci se atribuye la sentencia, "Cuando tengas a quehacer con el agua, consulta primero la experiencia y luego la razón"...

la ingeniería, tentando modificar y adaptar la disponibilidad espacial y temporal en función de las necesidades humanas con vistas a su desarrollo, y tentando extraer su mayor provecho;

la ecología, preocupada en preservar los ecosistemas frágiles, casi siempre relacionados a la presencia o ausencia del agua;

la administración pública, normando el uso para el bien común;

la investigación operacional, compatibilizando usos conflictivos entre si;
el derecho, estableciendo y afinando normas y convenios internacionales para el uso del agua en cuencas hidrográficas compartidas por dos o más países;

la defensa civil, preocupada en el control de eventos catastróficos, muy frecuentemente ligados al agua, cuando hay en exceso, o cuando esta escasea.

Es el uso del agua que no se devuelve en forma inmediata al ciclo del agua. Por ejemplo, el riego es un uso consuntivo, mientras que la generación de energía eléctrica mediante el turbinado del agua de un río, si la descarga es en el mismo río no es un uso consuntivo.

En agricultura, el uso consuntivo es el agua que se evapora del suelo, el agua que transpiran las plantas y el agua que constituye el tejido de las plantas. Es la cantidad de agua que debe aplicarse a un cultivo para que económicamente sea rentable, se expresa en mm/día.

Como ejemplo de uso no consuntivo puede considerarse la generación de energía eléctrica en las centrales hidroeléctricas. En efecto la central hidroeléctrica, para generar electricidad no consume el agua, simplemente la traslada de una cota más elevada a una cota menor, transformando la energía potencial en energía eléctrica.

Topografía

Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (ver planimetría y altimetría). Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es.

Para eso se utiliza un sistema de coordenadas tridimensional, siendo la X y la Y competencia de la planimetría, y la Z de la altimetría.

Los mapas topográficos utilizan el sistema de representación de planos acotados, mostrando la elevación del terreno utilizando líneas que conectan los puntos con la misma cota respecto de un plano de referencia, denominadas curvas de nivel, en cuyo caso se dice que el mapa es hipsográfico. Dicho plano de referencia puede ser o no el nivel del mar, pero en caso de serlo se hablará de altitudes en lugar de cotas.

es una ciencia geométrica aplicada a la descripción de la realidad física inmóvil circundante. Es plasmar en un plano topográfico la realidad vista en campo, en el ámbito rural o natural, de la superficie terrestre; en el ámbito urbano, es la descripción de los hechos existentes en un lugar determinado: muros, edificios, calles, entre otros.

Se puede dividir el trabajo topográfico como dos actividades congruentes: llevar "el terreno al gabinete" (mediante la medición de puntos o relevamiento, su archivo en el instrumental electrónico y luego su edición en la computadora) y llevar "el gabinete al terreno" (mediante el replanteo por el camino inverso, desde un proyecto en la computadora a la ubicación del mismo mediante puntos sobre el terreno). Los puntos relevados o replanteados tienen un valor tridimensional; es decir, se determina la ubicación de cada punto en el plano horizontal (de dos dimensiones, norte y este) y en altura (tercera dimensión).

La topografía no sólo se limita a realizar los levantamientos de campo en terreno sino que posee componentes de edición y redacción cartográfica para que al confeccionar un plano se puede entender el fonema representado a través del empleo de símbolos convencionales y estándares previamente normados para la representación de los objetos naturales y antrópicos en los mapas o cartas topográficas.

Zonificación urbana

Es la práctica de dividir una ciudad o municipio, mediante ordenanza, en secciones reservadas para usos específicos:

- Residenciales
- Comerciales
- Industriales

La zonificación tiene como propósito encauzar el crecimiento y desarrollo ordenado de un área. Zonificar es un poder de gobierno. No se compensa por restricciones o limitaciones que la zonificación imponga sobre las propiedades