

## CONTENTS

|   |    |
|---|----|
| Rafael Guardado L.: CLASSIFICATION OF THE GEOLOGICAL PROCESSES AND PHENOMENA THAT TAKE PLACE IN SANTIAGO DE CUBA .....  | 3  |
| Félix Quintas C. : STRUCTURALS AND ESTRATGRAPHICS CHARACTERUSTICS OF THE OPHIOLITI AND EUGEOSYNCLINAL COMPLEX OF THE BASIN OF THE RIVER QUIBIJAN, BARACOA .....                                   | 11 |
| Alejandro Chibunichev; Felipe Rodiles: RESOLUTION OF PHOTOGRAM-METRIC DIRECT AND INVERSE INTERSECTIONS BY TERRESTRIAL ANALYTIC PHOTOGRAMMETRI .....   | 23 |
| Roberto Blanco .; Elio Rodríguez L.: CHARACTERISTICS OF THE FORMATION OF ZONES OF ROCKS DESTROYED IN THE ROOF OF EXCAVATIONS ...  | 29 |
| Roberto Blanco T.; Elio Rodríguez L.; Inocencio Terrero; María L. Almaza: DETERMINATION OF THE ROCK PHYSICAL MECHANICAL PROPERTIES OF AMORES MINE .....   | 35 |
| Eduardo L. Pérez C.; Rafael López C.; Geonel Rodríguez G.; Angel Gutiérrez C.; Ciro Curvelo R.: STUDY OF THE OXIGEN OCCLUSION IN THE METALIC PART OF THE SINTER OF NICARO .....                   | 41 |
| Antonio R. Chang C.; Grigorii Drobojotov; René Batista H.: OPTI-MISATION OF THE COMPOSITION OF THE CARBONATO-AMMONIACALS LIQUORS BY NH AND CO FOR THE LIXIVIATION OF MINERALS REDUCED TO Ni ..... | 57 |

CDU: 624.131.1 (729.16)



CLASIFICACION DE LOS PROCESOS Y FENOMENOS GEOLOGICOS QUE TIENEN LUGAR EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CUBA Y ZONAS PERIFERICAS

C.Dr. Rafael Guardado L. , Instituto Superior Minero Metalúrgico

## RESUMEN

Los procesos y fenómenos geológicos son el resultado de la alteración de las rocas, los cambios de su estado físico, condiciones de yacencia de la formación y variaciones del relieve de la superficie terrestre, composición de la corteza terrestre y la estructura interna de la tierra.

En la ciudad de Santiago de Cuba ocurren todo tipo de fenómenos geológicos. En el presente trabajo se brinda la clasificación Ingeniero geológica de los fenómenos geológicos que aparecen en la ciudad. El estudio de estos procesos y fenómenos es de gran importancia teórico y práctica, pues permite al hombre tomar medidas ingenieriles de lucha contra estos.

## ABSTRACT

The geological processes and phenomena are the results of the rock alteration, the changes of physical state, ist yascent conditions from the relief formation and variations from the earth surfase, composition of the earth surfase and the internal structure of the earht.

In Santiago de Cuba occur all types of geological phenomoenon. In this chapter appears the geological-Ingeneering classificat-ion of the geologic phenomena that appenr in this city. The study of the geologic processes and phenomena are of great theoretical and practical importance because they permit to take ingeneering mensures in fight against these.

## Características generales

En la actualidad se construyen grandes obras, fábricas, complejos industriales, obras hidrotécnicas, autopistas, puertos, nuevos repartos y ciudades.

Sin embargo ese desarrollo acelerado de las construcciones modernas debe hacer volver la vista atrás al hombre y comprender su influencia en la alteración del ciclo geológico de la tierra.

Estos cambios traen consigo grandes perturbaciones que provocan los procesos y fenómenos geológicos.

Los procesos geológicos son el resultado de la alteración de las rocas, cambios en su estado físico, y condiciones de yacencia; cambios en la formación y variaciones del relieve de la superficie terrestre, composición de la corteza terrestre y la estructura interna de la tierra. Todos los procesos geológicos tienen un gran interés ingenieril ya que están relacionados con la influencia en la estabilidad del área de construcción, con los proyectos y la construcción de obras en general.

En los territorios donde se observan determinados procesos y fenómenos geológicos, variarán los distintos tipos de obras, las condiciones para construirlos, su estabilidad y la normal explotación de las construcciones. De no prever semejantes condiciones surgirán complicaciones y dificultades durante la construcción y explotación de la obra.

Esta es la causa de los distintos problemas e interrogantes que surgen en las zonas donde se desarrollan fenómenos de abrasión, erosión, asientos, deslizamientos, carso, terremotos y otros.

Las condiciones para la construcción en tales territorios especiales, se reglamentan según normas y reglas específicas, con el fin de buscar las medidas y soluciones ingenieriles que garanticen la estabilidad y la

normal explotación de la construcción. Por esta razón es necesario tomar en consideración las manifestaciones de los procesos y fenómenos los cuales tienen un carácter de catastrófico, dañino o peligroso para el territorio y la vida de las personas. El pronóstico de dichos fenómenos desempeña un papel fundamental.

### Algunas particularidades del desarrollo y distribución de los procesos y fenómenos geológicos

En dependencia de las causas que provocan su energía y el lugar donde se manifiestan los procesos geológicos, estos pueden ser endógenos y exógenos.

Los procesos endógenos están relacionados con las fuerzas internas de la tierra, su acción se pone de manifiesto según los movimientos tectónicos (antiguos, modernos y/o contemporáneos), en los fenómenos sísmicos y volcánicos.

Los procesos exógenos están relacionados con las variaciones de las fuerzas externas, que actúan desigualmente en las distintas condiciones: climáticas y físico geográficas, la influencia de la energía calorífica, la luz solar y las fuerzas gravitacionales.

Los procesos endógenos contribuyen a ampliar el contraste del relieve influyendo en su gradiente, nivelan la superficie de la tierra y además dan pie al desarrollo de muchos procesos exógenos.

Los procesos exógenos por el contrario, disminuyen la energía del relieve, su gradiente y nivelan la superficie de la tierra de su forma consecutiva, regula (etapas, estadios, fases) la disminución de la intensidad y la velocidad de su desarrollo.

Los procesos endógenos actúan desigualmente, debilitan las rocas, las destruyen, se manifiestan en catástrofes, destruyen y ponen en peligro los territorios útiles, rompen la estabilidad de las obras

y zonas y lentamente ponen en peligro las obras, así como las vidas humanas.

Muchos de los procesos exógenos se desarrollan bajo la influencia de las fuerzas gravitacionales, esta acción se manifiesta, directamente (derrumbes, arrastres, deslizamientos) o con ayuda de las corrientes de las aguas y el movimiento de los hielos que forman los procesos de flujos.

Finalmente con el número de procesos exógenos se relacionan también los procesos y fenómenos vinculados con la acción ingenieril del hombre.

Muchos de los procesos endógenos y exógenos se desarrollan independientemente unos de otros, aunque se manifiesten en una u otra zona, en la superficie terrestre, o en las superficies superiores de la corteza terrestre, por ejemplo la congelación perpetua y los fenómenos sísmicos.

Una importante particularidad de los procesos geológicos es la desigualdad de su manifestación en la superficie terrestre. Esto tiene una explicación, por sus particularidades y condiciones físico - geográficas, particularidades del relieve, desarrollo de determinados complejos de rocas, ubicación de las estructuras tectónicas en las distintas regiones, zonas y distritos. Claro que cada proceso geológico alcanza su máximo desarrollo en determinadas condiciones climáticas y físico geográficas. Así por ejemplo, la intensidad de erosión y destrucción de las orillas de las costas, mares, lagos y embalses tienen lugar de manera fundamental en los períodos de intensidad y continuidad del viento en dirección predominante, característico de la zona analizada. La acción erosiva de los ríos, así como los fenómenos de flujo de los grandes ríos, están relacionados con los períodos de lluvia, las grandes nevadas y los deshielos, es decir, el régimen del río depende de su alimentación.

La erosión de las laderas y los fenómenos de formación de cárcavas se expresan claramente de acuerdo

con el desarrollo de las precipitaciones atmosféricas, donde ellas actúan en forma corta, pero de su desarrollo se puede hablar mejor en las épocas de intensos aguaceros. El desarrollo de los pantanos y territorios pantanosos se observa generalmente en regiones de clima húmedo, y los procesos eólicos se caracterizan para las regiones de clima continental árido, seco y desértico.

Todo lo anterior expresa que la distribución de los procesos geológicos en la superficie de la tierra exige de un preciso control de las particularidades climáticas y físico - geográficas del territorio.

Los procesos geológicos están relacionados con las particularidades del relieve. Así en las condiciones del relieve disecionado, y también en las zonas de grandes e inclinados taludes se desarrollan distintos fenómenos gravitacionales tales como derrumbes, arrastres, deslizamientos y otros. Solamente en las regiones montañosas se desarrollan los fenómenos sísmicos.

En los valles profundos de los ríos, la erosión predomina sobre las laderas y los procesos de corrosión (formas cárnicas) se desarrollan a gran profundidad (cientos y miles de metros). En las zonas llanas se observan frecuentemente fenómenos tales como el empantanamiento, fenómenos eólicos, asientos, o hundimientos en loess. En la erosión lateral, de los ríos de las llanuras, tienen lugar las acumulaciones de materiales friables. Los fenómenos cárnicos no se desarrollan en gran profundidad (primeras decenas de metros). En las orillas de las costas del mar, lagos y embalses se encuentran los fenómenos de erosión y destrucción.

En las zonas bajas o de elementos de relieve bajo, los valles de los ríos, que conforman las llanuras se encuentran fenómenos complejos de congelación, termocarlo, hidrolaccolitos de un año de edad, de pequeñas dimensiones y otros.

Los procesos geológicos están relacionados paragenéticamente con determinados complejos de rocas que aparecen en los primeros horizontes de la corteza terrestre. Estas juegan un extraordinario papel en la evolución y desarrollo histórico geológico de las rocas que forman los distintos pisos del basamento.

En dependencia de la evolución geológica de las rocas, de la edad, etc; pueden tener lugar distintos fenómenos geológicos, por ejemplo, el carso en Cuba encuentra su mayor desarrollo en las rocas del paleógeno y neógeno. Los fenómenos de deslizamientos pueden encontrarse en cualquier tipo de roca, pero en muchos casos ellos están relacionados con las rocas arenosas-arcillosas, con los sedimentos de cobertura precuaternarias (pisos medios) así como con los cuaternarios (pisos superiores).

Los procesos eólicos se manifiestan solamente en las zonas de desarrollo de los elementos friables no cohesivos, fundamentalmente en sedimentos arenosos, y el hundimiento solamente se desarrolla en rocas loess.

La intensidad de los fenómenos del Siel, ocurre sólo en los ríos de las montañas y en los embalses en los cuales se acumulan muchas arenas y material arcilloso.

Los fenómenos de abrasión generalmente se desarrollan en las zonas donde las rocas están alteradas, agrietadas, remojadas o ablandadas, o donde aparecen rocas friables.

Los derrumbes típicos se observan en los taludes altos formados por rocas duras y semiduras, fuertemente dislocadas y meteorizadas, masivas y en las rocas esquistosas que poseen un alto grado de litificación. Por consiguiente la relación del desarrollo de los distintos procesos geológicos con la composición geológica y la distribución en los distintos y determinados complejos de rocas se establecen en todas partes.

Analizando las particularidades generales de la distribución de los procesos y fenómenos geológicos en la superficie de la tierra, es necesario señalar, que algunos de ellos, fundamentalmente los sísmicos se relacionan directamente con la distribución de las estructuras tectónicas. Muchas observaciones, establecen que la actividad sísmica moderna se observa sólo en las zonas de plegamientos Mesozoico, Cainozoico y Alpino, la intensidad de los movimientos tectónicos contemporáneos se distribuyen según las elevaciones montañosas y zonas con la tectónica de bloques de edad de movimiento tectónico Mesozoico-Cenozoico.

Como se observa, la distribución de los distintos procesos geológicos realmente se controla por los factores climáticos, geomorfológicos, petrográficos y tectónicos. La manifestación de cada uno de estos procesos geológicos en uno u otro territorio depende de la acción de favorabilidad, de las leyes que rigen los distintos procesos y fenómenos y de las causas fundamentales. Los procesos geológicos son irreversibles en los cambios del relieve, tienen dirección, un carácter temporal en el tiempo, (etapa, estadios, fase) y distribución la cual depende de algunas leyes.

**Clasificación de los procesos y fenómenos geológicos que tienen lugar en el territorio de Santiago de Cuba**

Los procesos y fenómenos geológicos contemporáneos, que expresan la actividad dinámica de la región analizada están estrechamente relacionados con las condiciones tectónicas generales. Los movimientos actuales de la corteza terrestre traen como consecuencia el desarrollo de variados procesos geológicos, señalándose en gran medida los sísmicos. Su actividad conduce al surgimiento desigual del campo de tensiones no homogéneas en la corteza terrestre. Con las tensiones endógenas están relacionados los procesos de

plegamiento y de dislocaciones disyuntivas (fallamiento de la corteza terrestre), que acompañan a los terremotos. La energía del relieve en el territorio de Santiago de Cuba se pone de manifiesto en dirección este-oeste, donde la combinación de los fenómenos atmosféricos y otros factores provocan procesos de denudación y de acumulación.

Para evaluar las condiciones constructivas en la ciudad de Santiago de Cuba tiene gran importancia el estudio de los procesos tanto exógenos como endógenos. Dentro de los procesos endógenos la sismicidad es de gran importancia y en los exógenos la erosión, la meteorización, el carso, la formación de cárcavas, los deslizamientos de tierra, los desprendimientos de rocas y otros.

El desarrollo de muchos de estos procesos exógenos está relacionado con la actividad del hombre, por ejemplo con la construcción de nuevas regiones o distritos, autopistas, canteras como la de la fábrica de cemento, etc. La formación de los fenómenos antropogénicos, y su desarrollo está relacionada también con la composición, comportamiento, propiedades de las rocas, tectónica y otras alteraciones.

Por esta razón para la construcción en el territorio de Santiago de Cuba tienen que aplicarse medidas especiales para lograr la estabilidad y la normal explotación de las obras.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de los procesos y fenómenos geológicos en el territorio de la ciudad de Santiago de Cuba, el autor ha tomado en cuenta las fuerzas que provocan estos procesos, así como las condiciones geomorfológicas, tectónicas, petrográficas y geotectónicas del medio.

## REFERENCIAS

1. ACEVEDO, M. : Clasificación general y descripción del carso cubano Publicación Espec. INRH 4. La Habana, 1967.
2. GUARDADO L., R.: Ingeniería Geológica de la ciudad de Santiago de Cuba 9 Jornada Científico-Técnica. Academia de Ciencias de Cuba, 1982.
3. GUARDADO L., R. : Los terremotos. Santiago de Cuba, Editorial Oriente, 1983.
4. KOTLOV F., V. : "Problemy inzhenernoi geologii y svyazi s gradostroitelstvom", Inzhenerno Geologicheskie Problemy Gradostroitelstva. Moscú, Universidad Estatal de Moscú, p.7-17, 1971.
5. LOMTADZE V. . D. : Geología aplicada a la ingeniería. Geodinámica aplicada a la ingeniería. Moscú, Ed. Nedra, 1983.
6. YU HAI LIU : "The classification of active fault in engineering geology and its evaluation". 5 Congreso Internacional AIEG. Buenos Aires, Argentina, 1986.
7. ZU MU-REN y ZH UNG LIA-MING: "Some environmental engineering geological problems encountered in the urban construction of the city of Xi AN". 5 Congreso Internacional AIEG. Buenos Aires, Argentina, 1986.

Clasificación de los procesos y fenómenos geológicos que ocurren en el territorio de la ciudad de Santiago de Cuba

| Procesos   | Fenómenos  | Lugar donde ocurren   | Observaciones |
|--|--|---|---------------|
| 1. Meteorización de las rocas  | Formación de la corteza de meteorización en las rocas de la formación El Cobre (complejo Vulcanógeno-sedimentario) y la formación La Cruz (margas, calizas, calizas margosas, arcillas y otras).                     | Parte norte y noroeste de la ciudad<br><br>Centro de la ciudad, en la parte este de la Bahía Santiago de Cuba |               |
| 2. Procesos relacionados con la acción de las aguas superficiales.               | Actividad del mar.<br>Abrasión marina.<br>Abrasión y lavado de las costas.<br>Acumulaciones de sedimentos.   | Parte sur en las terrazas costeras.<br>Bahía de Santiago de Idem.   |               |
|  | Actividad de los ríos.<br>Fenómenos de erosión.<br>a. Lavado de los taludes en la parte norte de la ciudad.<br>b. Formación de Cárcavas en las rocas del miembro Quintero y Versalles.<br>c. Erosión de los taludes. | En los valles de los ríos, Paradas, San Juan, Guaus, Gascón.<br><br>Zona de Quintero y Versalles.             |               |
| 3. Procesos relacionados con la acción de las aguas superficiales y subterránea. | Empantanamiento del territorio.<br><br>Carso.  | Parte norte y noroeste de la Bahía de Santiago de Cuba y parte sur de la ciudad.                              |               |

Continuación

| Procesos   | Fenómenos   | Lugar donde ocurren   | Observaciones |
|--|---|---|---------------|
| 4. Procesos relacionados con la acción de las fuerzas gravitacionales. | Deslizamientos de la tierra.  | Parte norte y noroeste de la ciudad en las zonas premontañas y alomadas.<br><br>En el centro de la ciudad. En la región de Versalles. |               |
|  | Desprendimientos de rocas.  | Parte norte y noroeste de la ciudad, Autopista Santiago-Palma. En las laderas que conforman la parte costera.                         |               |
| 5. Procesos relacionados con la acción de las fuerzas endógenas.       | Fenómenos sísmicos.   | La ciudad de Santiago de Cuba está relacionada con la zona de sismos de gran intensidad según la A.C.C. la zona posee grado 8.        |               |
| 6. Procesos relacionados con la actividad del hombre.                  | Fenómenos análogos a los naturales con ellos se relacionan; destrucción y desgaste de la materia prima mineral. Hundimientos, deslizamientos, incremento de las inundaciones y otras. | Distintas partes de la ciudad.<br><br>Dependen del tipo de obra.  |               |