

Construcción y destrucción en los Andes: terremotos, eventos geoclimáticos, calentamiento global y cambio climático

Alberto Bueno Mendoza
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
abuenomendoza@hotmail.com

RESUMEN

La construcción y arquitectura son de los mayores inventos y logros de las técnicas autónomas y autogestionarias del Antiguo Perú. La gente andina y tales técnicas fueron empleadas en la Colonia como mano de obra para los españoles, y en la República, se orientaron a la construcción vecinal, edificaciones públicas y privadas, el urbanismo masivo y la arquitectura vertical. Los terremotos (fenómenos telúricos permanentes en nuestro país y América del Sur) son destructivos, generando complicaciones sociales, económicas y sociopolíticas. Los eventos geoclimáticos y la variación climática inciden en los extremos climáticos y oceanográficos afectantes de la vida en el planeta. La vida inteligente del planeta tiene que reaccionar positivamente a favor de la vida sana y limpia.

PALABRAS CLAVE: Terremotos, clima, variación climática, efecto invernadero, calentamiento global.

ABSTRACT

The construction and architecture belong to the bigger inventions and the autonomous techniques's achievements and the Antiguo Perú's autogestionarias. the Andean People and such technical employees in the Colonia were like manpower in order to the Spaniards, and in the República, they faced up to the local construction, public and edifications prevailed, the massive urbanism and the vertical architecture. The earthquakes (tellurian phenomena permanent in our country and South America), they are destructive generating social, economic and sociopolitical complications. The events geoclimáticos and the climatic variation affect in the climatic extremes and oceanographic afectantes of life in the planet. the planet's intelligent life has to reacting positively in favor of the healthy life and clean.

KEY WORDS: Earthquakes, climate, climatic variation, greenhouse effect, global warming.

La tecnología es básicamente un producto cultural. Es el resultado de la organización social, descubrimiento de recursos materiales, la experimentación empírica, invención de procesos transformativos de materias primas y mentalidad creativa.

El hombre peruano antiguo fue un diversificado creador en los variados campos técnicos necesarios para la vivienda, producción, intercambio, consumo, vestido, ceremonias religiosas y funerarias, comunicaciones, artes variadas, salubridad, etc. En los campos diversos y complejos de la vida andina, la cultura del hombre arqueológico se trasvasa a través de los diversos períodos, desde los más antiguos a los más recientes para transmitir las tecnologías precedentes, las que se acumulan en los regazos sociales sucesivos y constituyen patrimonio legado al presente.

El surgimiento de la construcción en los Andes es muy antigua y comienza a practicarse al mismo tiempo que se inicia la horticultura temprana. En realidad, el estímulo necesario para transitar del nomadismo al semi-sedentarismo, fue la primera crisis económica que sufrió el hombre en su economía predatoria entre los 7,000 a 3,000 años a.C.

Desde entonces, variadas tipologías constructivas fueron practicadas escalonadamente en el tiempo, para luego desplazarse por los territorios, adaptarse y estandarizarse local y/o regionalmente.

Del espacio cercado sencillo y los habitáculos precerámicos tempranos, se pasa a experimentar hábitos aldeanos para desarrollar herramientas, insumos y técnicas constructivas adecuadas para avanzar a proyectos de gran masa y volumen vertical; la creciente complejidad constructiva desarrolla centros ceremoniales, aldeas diferenciales, pueblos y ciudades, donde se aprecia la importancia que reviste la construcción al poner en marcha una serie de actividades mentales, tecnificación por el trabajo empírico, división de ocupaciones y aparición de mano de obra especializada, conducente a socialización e intercambio de reciprocidades sociales, económicas, religiosas y políticas.

Como muchos otros productos culturales, la técnica constructiva es de las más antiguas en el país, practicándose al mismo tiempo que aparece el semi-sedentarismo (7,000 a.C. a 3,000 a.C.). Se considera que cualquier lugar silvestre toma forma al ser elegido por el hombre para cercar el espacio; un espacio cercado es un espacio construido, por tanto cultural. Los primeros espacios cercados en los Andes por este tiempo, tuvieron planta ovalada, circular, en herraje o media luna, cuadrada y/o rectangular. Sitios arqueológicos de la costa (*Cerro Paloma, Tablada de Atocongo, Chilca, Cerro Bandurria, Pampas de Santo Domingo, etc.*), presentan evidencias del uso de piedras campestres, palos, totora, junco, esteras de estos materiales, caña brava, pieles de animales terrestres o marinos utilizadas

como cobertores, etc. En todo caso, tales materiales constructivos fueron constitutivos de edificaciones precerámicas tempranas: (*habitáculos, refugios, tempranos depósitos de alimentos, chozas, etc.*). Abundantes desechos orgánicos indican experimentación de procedimientos y estrategias para conseguir alimentos.

Hacia 3,500 a.C. aparecen las primeras construcciones monumentales precerámicas: plataformas de yapana (*Cerro Bandurria de Chilca*); plataformas de tierra y ripio (*cuenca del río Chuquicara*), pirámides con pozo (*La Galgada*); recintos circulares y cuadrados con patio interno a desnivel y horno céntrico (*La Galgada, Kotosh, Shillacoto, Huacaloma I*); plataformas escalonadas con pozo (Limán, Supe); pirámides escalonadas con plaza asociada a escaleras bilaterales en Caral (Supe); asientos complejos ceremoniales (*Las Salinas de Chao, Las Aldas, Alto Salaverry, Aspero, Cerro Honda, etc.*); fueron construidos con piedras de campo asentadas con barro y enlucidos, alisados y muchos de ellos coloreados de blanco, rojo y texturas amarillas. Constituyen verdaderos centros ceremoniales precerámicos y funcionaron como centros gregarios, demóticos y sedes de lo más desarrollado de la vida aldeana (*hasta 2,000 a.C – 1,600 a.C.*). Conjuntos de planta «U» en la Costa Central del Perú.

Los sitios nombrados permiten tener un amplio marco contextual y entender los procesos de migraciones, intercambios, cooperación constructiva, etc.; como la construcción precerámica es anónima, se infiere que todos los miembros del contexto son capaces de edificar, sin embargo, tales edificios públicos de significación ceremonial cultista los dirige por lo menos un estamento especializado.

La configuración y expansión de la agricultura y alfarería a partir de 2,000 a.C. hasta el siglo I a.C. revela innovaciones variadas y acelerados procesos de transformación. Los asentamientos sociales dominan los valles y se alcanzan niveles complejos y variados en las artes, al mismo tiempo que se asiste a una homogeneización cultural en los últimos 1,000 a.C. a 100 a.C. (*Cultura Chavín*).

Las construcciones monumentales entre 2,000 a.C. a 1,000 a.C. son grandes volúmenes arquitectónicos a base de piedra canteada, canteada-alisada y tallada fina con grabados figurativos; se combina la piedra con el adobe (el que es inventado en variadas formas: *cónico, cónico-truncado y odontiforme*), en diversas secciones constructivas medias o altas (*Sechín Alto, Sechín Bajo, Moxeke, Taukachi, Santa Cristina, Sechín, Cañahuaca de Laredo, etc.*). En otros lugares las construcciones precerámicas se prolongan hasta 1,200 a.C. (*Asia, Unidad I*), etc. En la sierra interandina se infiere asientos experimentales en los valles abrigados con recursos naturales, así como grupos nativos de foresta tropical viven itinerando las cuencas de los ríos amazónicos.

La época agro-alfarera desarrollada se define por la presencia de Chavín. En Chavín están desarrollados a su máxima expresión las plataformas, la morfología «U» con pozo circular inscrito en el atrio, la morfología constructiva en «U» con plaza rectangular entre plataformas laterales con patio cuadrado inscrito a des-

nivel, montículos asociados, etc. En el interior de las plataformas y montículos encontramos galerías, varios ductos de ventilación, nichos parietales, columnas circulares, escaleras, etc.; la construcción es con predominio de la planta rectilínea («U», *rectangular y cuadrada*).

En Chavín se usa alternadamente los materiales pétreos constitutivos de los muros: bases con piedras grandes y en los tercios medios y superior se combinan hiladas transversales de pesos mayores con otras de pesos menores. Es importante señalar que tanto las piedras canteadas-alisadas, talladas-pulidas finas y aquellas talladas-pulidas-grabadas, cumplen funciones constitutivas de estructura y también de especializadas secciones constructivas aparejadas a la religión Chavín. En el exterior de la gran plataforma principal volumétrica apreciamos la terraza basal, un atrio de lápidas cuadradas finas, escaleras de tres peldaños en eje con el «Pórtico de las Falcónidas» y un zócalo conformado por grandes losas cuadradas. Esculturas-clavas adornaban su paramento externo.

La tecnología arquitectónica Chavín es indudablemente el resultado de la acumulación de las técnicas constructivas precedentes: morfologías, cálculo y resistencia de materiales, transporte desde canteras, uso de rampas de piedra y tierra con auxilio de polines y palancas de madera para elevar los pesos a las alturas en que se encuentran ahora, rellenos entre gruesos muros, etc., todo lo cual permite advertir madurez compleja de los modelos antecesores, bajo cuyo fin cultural desaparecen como patrón constructivo.

Entre los siglos I d.C. y X d.C. la variedad constructiva es característica andina: pirámides escalonadas a base de millares de adobes se construyen en los valles del norte (*cultura Moche*), de la Costa central (*cultura Lima*), del sur medio (*cultura Nasca*); los centros ceremoniales Moche usaron el adobe rectangular asentado con barro; en los centros ceremoniales de Lima, las pirámides escalonadas se construyeron con millares de adobitos asentados con barro para contener a los rellenos de grava en su interior; en el gran centro Nasca (*Nanaska*), los 32 montículos fueron edificados con adobes cónicos y hemisféricos.

Paralelo al invento de los adobes, también se descubrió el amasado del barro para dar origen al adobón; se trata prácticamente de un encofrado con barro; las masas de barro labrado se vierten dentro de un «cajón» o larga «gavera», luego se amasa quizá mediante pisado para alcanzar amalgama íntegra y concreción, de tal manera que seque homogéneamente al medio ambiente. Con esta técnica se construyeron grandes y gruesos paños murarios de pirámides escalonadas, muros de casas, palacios, caminos, murallas, pueblos y ciudades (*La Centinela de Chincha*), (*Cajamarquilla*, *Mateo Salado*, *Tres Palos*, etc., en Lima).

Entre 100 d.C. a 1,000 d.C. ocurre la expansión Tiwanaku por los Andes; aporta esta cultura el urbanismo civil tipo ciudad cultista. Una serie de procesos de desplazamiento y regionalización Tiwanaku, configuran nuevas realidades regionales e insuflan rapidez a las interacciones y nuevas adquisiciones constructivas.

Es importante ahora revisar el urbanismo civil de la sierra norte, porque no configuran patrón de centros ceremoniales, como es el caso de la costa en general pre-Tiwanaku.

Al parecer Tiwanaku conoce, aprecia e importa la arquitectura de Markahuamachuco (*grandes recintos rectangulares, patios y plazas cuadrangulares, edificaciones curvadas, áreas construidas encerradas por altas murallas, sectores con mausoleos, etc.*), al centro y sur andino (*Wariwillca [Valle del Mantaro], Conchopata y Wari [Ayacucho], Pikillakta [Cusco], etc.*).

Wiracochapampa (*Huamachuco*), refleja la amalgama del urbanismo Tiwanaku y la tecnología constructiva de Markahuamachuco en aquella región, que habría sido posterior materia de traslado al centro y sur andinos.

Entre 1,000 d.C. y el siglo XVI d.C. encontramos mayores avances tecnológicos constructivos: edificios de varios pisos en la cuenca del río Marañón (*Piruro, Susupillo, Rapayán, de la Cultura Yarush*); edificios a base de piedras campestres asentadas con barro, cuyas cubiertas de varias toneladas son sostenidas por un pilar central (*Cantamarca, Tumshuwillca*) en Canta; edificios circulares con decoración pétreo paramental externa (*departamentos de San Martín y Amazonas: Kuelap, Abiseo, Cerro Central, Cerro Las Cruces, etc.*).

En este tiempo los materiales constructivos y las morfologías ejecutadas fueron muy variados ocurriendo lo mismo evidentemente con la tecnología, ampliamente adaptada a las diversas realidades ecológicas y en función de los niveles sociopolíticos alcanzados.

Finalmente, las edificaciones arqueológicas del Tawantinsuyu incluyen construcciones estandarizadas a base de piedra campestre (*Kallankas*), piedras talladas y esculpidas finas (*palacios del Cusco*) y otras ejecutadas con adobe (*Templos del Sol de Paramonga y Pachacamac IV*), edificios a base de adobón (*Tambo Inga de Puente Piedra, Huaycán II del Rímac, Puruchuco, etc.*).

En este último período cultural del Antiguo Perú coexisten tecnologías constructivas provenientes desde los orígenes, pues se cuenta con cercados (*corrales*), pirámides (*Rumicolca, Vilcashuamán*), plataformas (*Ushnu*), terrazas (*Colcampata*), andenes (*Pisac, Moray*), templos (*del Sol*), palacios (*del Cusco, etc.*), pueblos, centros administrativos y ciudades.

Analizando los datos precedentes comprendemos que el hombre andino descubrió, inventó, desarrolló y estableció *tecnologías por autogestión* y que tales tecnologías *resolvieron* problemas concretos de la vida diaria. Comprobamos también que a través de los siglos, las organizaciones sociales andinas *acumularon* procedimientos y operaciones constructivas, así como formas arquitectónicas, diversificándolas, incrementándolas y desarrollándolas en armonía a los requerimientos sociopolíticos y económicos regionales.

Durante el desarrollo cultural pre-español siempre se estuvo en procesos de *descentralización y redistribución socioeconómica*, llevando la urbaniza-

ción a los espacios rurales más diversos, desde los centros líderes de mayor desarrollo.

Los antiguos materiales de construcción andinos (adobe en muchas formas, la piedra natural o pulida, el barro apisonado conocido como adobón o tapial, la quincha, etc.) fueron utilizados profusamente por nuestras culturas ancestrales, con los cuales edificaron plataformas, pirámides, depósitos, casas, palacios, fortalezas, murallas, caminos, etc.; la prueba de su eficacia, durabilidad y resistencia es que se conservan hasta el presente, pese a que todos reconocemos el abandono total que la Colonia (tres siglos de dominación extranjera) deparó a las aldeas, pueblos y ciudades autóctonas originales, y más bien, los sometieron a destrucciones mediante la huaquería oficial y particular, continuada en la República, con mayor ensañamiento mercantilista y avaricia explotativa, sólo por ser consideradas «ruinas de indios».

Pero resulta que los «indios» son peruanos oriundos, y sus descendientes republicanos, que no están en el poder político, no pueden defender con eficacia los monumentos distribuidos por todo el país.

Por tales abandonos las propiedades arqueológicas del Estado Andino fueron omitidas, soslayadas y condenadas ideológica y políticamente al abandono total en su propia tierra. Sin embargo, la tecnología andina rápidamente adaptada, fue la mano de obra especializada gratuita que siguió construyendo en el país a través de los siglos coloniales.

En la colonia se implantó el centralismo y el privilegio de la costa, en desmedro del interior. Las tecnologías constructivas andinas se vieron desplazadas y edificios, pueblos y ciudades fueron obligados a ser abandonados para privilegiar los modelos europeos.

La piedra, el adobe, la quincha, el tapial, la yesería, etc., fueron materiales de moda antes de la introducción del ladrillo; ahora son materiales de positiva alternativa para construir viviendas de bajo costo *adaptables a economías pobres*.

Como consecuencia de las experiencias andino-europeas, el peruano de hoy dispone de múltiples posibilidades para edificar, así como del *manejo* de técnicas ancestralmente transmitidas.

Creemos que problemas de alienación cultural, propaganda mercantilista, así como pérdida de personalidad básica, evitan que el hombre andino considere a su cultura equiparable a los modelos foráneos.

Ahora es preciso señalar que los modelos creados por la cultura andina sí son equiparables a otros modelos externos, porque han resuelto necesidades de acondicionamiento territorial, equipamiento físico, producción y transformación de los recursos naturales, en un medio difícil como es la geografía de los Andes Centrales.

Así como en lo referente al arte peruano se discute entre el arte académico y el arte andino, para negar tozudamente a este último, también es evidente que

en la construcción sólo se publicita la arquitectura y el urbanismo academicista o la imitación a los modelos occidentalistas, omitiendo una antiquísima experiencia constructiva andina con respuestas correctas para la arquitectura vertical, la construcción popular, el urbanismo masivo, etc., en correlación a la ecosis y niveles de altitud. Es un reto a la educación y política presente recuperar esta tecnología, pues debe ser entendida como modificante de las condiciones empíricas imperantes.

Nuestro territorio, en todos los tiempos, ha sufrido movimientos telúricos y los eventos geoclimáticos que nos afectan en la actualidad. Durante los trabajos de investigación arqueológica, al descubrir las arquitecturas de los sitios, comprobamos desplomes, fracturas, craqueladuras y daños murarios de los edificios que estamos trabajando. Al realizar observaciones cuidadosas se nota que los daños son sísmicos y geoclimáticos y no resultado de guerras u otros impactos sociales (Moseley, Fellman y Ortloff, 1981).

II. LOS FENÓMENOS TECTÓNICOS Y EL PERÚ

Son conocidos popularmente como terremotos y temblores, según la intensidad de los movimientos terráqueos. En nuestro país las manifestaciones sísmicas han ocurrido en todos los tiempos, debido a los desplazamientos de la placa de Nasca, ajustes orogénicos subterráneos, derrumbes en simas submarinas, fosas y fallas submarinas y terrestres en general, las cuales se originan por movimientos de masas rocosas y corrientes convectivas que se sustituyen mutuamente, colisionan placas en profundidades por debajo de la zona sílica u ocurren procesos de levantamientos y hundimientos tectónicos.

Los terremotos son medidos por la magnitud e intensidad y daños que generan sobre las construcciones y estabildades sociales. Tenemos dos escalas que miden los movimientos sísmicos: la Escala de Richter y la Escala de Mercalli (Dupuy, 1971).

Muchos terremotos producen transgresiones marinas, que son invasiones de las aguas de los océanos hacia partes de la tierra, fenómenos causados por la variación del nivel de los mares o por hundimientos de porciones de los continentes: tales fenómenos son los maremotos, maretazos y fuertes oleajes, los que según su magnitud y duración, significarían desastres irreversibles (Winterhalder y Thomas, 1978).

Los terremotos pueden ser producidos por erupciones volcánicas (Bouysse Cassagne, 1984) al ampliarse fallas o brechas geológicas; también por factores pirogénicos, tectónica de placas, movimientos compresionales o fuerzas de tensión o planos de fricción tendentes a los desplazamientos de materia.

Las emanaciones de dióxido de azufre, el dióxido sulfúrico y otros gases volcánicos, son humos tóxicos que se elevan a la atmósfera para luego caer a la

superficie terrestre como lluvia y ceniza ácida nociva. Las erupciones volcánicas también producen «invierno volcánico», enfrían el ambiente al mezclarse con las nubes y opacan la luz solar.

En la historia geológica de los terremotos es famoso el terremoto de California (Falla de San Andrés: Hewitt, 1983), el cual constituyó un verdadero vendaval o tempestad de terremotos, por ocurrir varios terremotos fuertes continuados.

En el Perú tenemos verdadero récord de terremotos y temblores de diversas magnitudes en prácticamente todo el territorio nacional (Giesecke y Silgado, 1981).

1. 1533 – Registrado por el español Miguel de Estete: temblor en Lima.
2. 1540 – Registrado por cronistas españoles: temblor en Trujillo.
3. 1546 – Terremoto en Lima: registro documental, n.d.
4. 1604 – Terremoto en Moquegua: magnitud 8.4, intensidad 9.
5. 1619 – Terremoto en Trujillo: magnitud 7.8, intensidad 8.
6. 1650 – Terremoto en el Cusco: magnitud 7.2, intensidad 7.
7. 1746 – Terremoto en Lima: magnitud 8.4, intensidad 10-11.
8. 1858 – Terremoto en Tacna: magnitud 8.6, intensidad 10-11.
9. 1913 – Terremoto en Caravelí: magnitud 7.7, intensidad 10.
10. 1928 – Terremoto en Carabaya: magnitud 6.9, intensidad 7.
11. 1940 – Terremoto en Lima: magnitud 8.2, intensidad 7-8.
12. 1942 – Terremoto en Nasca: magnitud 8.4, intensidad 9.
13. 1946 – Terremoto en Quinchés: magnitud 7.2, intensidad 8-9.
14. 1947 – Terremoto en Satipo: magnitud 7.5, intensidad 8-9.
15. 1950 – Terremoto en el Cusco: magnitud 6.00, intensidad 7.
16. 1955 – Terremoto en Caravelí: magnitud 6.7, intensidad 6.
17. 1958 – Terremoto en Arequipa: magnitud 7.3, intensidad 8.
18. 1959 – Terremoto en Arequipa: magnitud 7.0, intensidad 7.
19. 1960 – Terremoto en Arequipa: magnitud 7.5, intensidad 9.
20. 1963 – Terremoto en Chimbote: magnitud 7.00, intensidad 7.
21. 1966 – Terremoto en Lima: magnitud 7.5, intensidad 8.
22. 1968 – Terremoto en Moyabamba: magnitud 7.00, intensidad 7.
23. 1969 – Terremoto en Pariahuanca: magnitud 6.2, intensidad 6.
24. 1970 – Terremoto en Yungay-Huaraz: magnitud 7.7, intensidad 7-8.
25. 1974 – Terremoto en Lima (Huarochirí): magnitud 7.5, intensidad 8.
26. 1979 – Terremoto en Arequipa: magnitud 6.9, intensidad 6.
27. 1986 – Terremoto en Cusco: magnitud 5.8, intensidad 5.
28. 1990 – Terremoto en Moyabamba: magnitud 6.1, intensidad 6.
29. 1991 – Terremoto en Moyabamba: magnitud 6.0, intensidad 6.
30. 1993 – Terremoto en Lima (Cañete): magnitud 6.1, intensidad 6.
31. 1996 – Terremoto en Nasca: magnitud 7.5, intensidad 7-8.
32. 1999 – Terremoto en Arequipa/Moquegua: magnitud 6.1, intensidad 6.
33. 2007 – Terremoto en Pisco, Chincha e Ica: magnitud 7.9, intensidad 8.

Como podemos apreciar en este listado sólo están considerados los sismos por encima de la magnitud 5, pero hay otros temblores, casi en la misma cantidad, de magnitudes menores a lo largo y ancho del país. Es más, los especialistas señalan que los sismógrafos registran movimientos sísmicos diarios en el país, en frecuencias y magnitudes que la gente no siente, por estar en movimiento o porque la intensidad es baja (Oliver-Smith, 1986).

Como nuestro país se encuentra en una región endémicamente sísmica, en el año 1907, el gobierno de entonces mandó instalar las primeras estaciones sismológicas, aumentándolas en 1980 a 20 e incrementándolas como Red Sísmica Nacional con instalaciones en el centro y norte del país, que suman 31 hasta la actualidad, de las cuales 12 poseen acelerógrafos e instrumentos para aumentar su exactitud.

A nivel mundial la ciencia y tecnología continúan en sus proyectos de equipamiento físico destinados a predecir o vaticinar los fenómenos sísmicos; estudios recientes de la NASA permiten informarnos que se está implementando el uso de satélites, que instalados en el espacio circunvolucionando el globo terráqueo en órbitas bajas (en la ionósfera) permitirán por sensibilidad de los instrumentos determinar las tensiones terrestres y los cambios en el movimiento de su superficie (Hartkopf, 1985). Esto facilitaría anticipaciones destinadas a detectar señales magnéticas generadas por actividad sísmica, erupciones volcánicas y perturbaciones en la ionósfera, todo lo cual, favorece pronosticar y/o predecir no sólo los fenómenos sísmicos que se nos vendrían, sino también las tormentas de diverso origen, los que causan grandes destrozos económicos y sociales de los pueblos.

Según el Instituto Geofísico del Perú el año 2007 registró 191 sismos menores a los 5° en la escala de Richter, y como sabemos, los temblores continúan en nuestro país, el continente y el mundo en general.

III. LOS EVENTOS GEOCLIMÁTICOS Y EL FENÓMENO ENSO

El movimiento del planeta tierra es muy importante por las fuerzas centrífuga y centrípeta que la rotación de la tierra equilibra proporcionalmente, pero no hemos contado con la posibilidad de que en algún tiempo el planeta dejara de girar, es decir, perdiera su movimiento. Si esto ocurriera, los cambios en la esfera terrestre serían desastrosos para la vida en todas sus formas, debido a la extrema alteración climática. Por ejemplo, la parte del planeta que estaría orientada al Sol terminaría convertida en desiertos ardientes con temperatura mortal, mientras que el mar y otras fuentes de agua prácticamente hervirían, de las cuales se elevarían densos y quemantes vapores de agua. Por el contrario, las partes no alumbradas por el Sol, sumida en total oscuridad, soportaría temperaturas bajo cero igualmente mortales al formarse gruesos casquetes de hielo. Estas extremas diferencias técnicas y otros efectos colaterales serían indescriptibles cataclismos climáticos imposibles de neutralizar por la ciencia y tecnología actual. Menos mal esto sólo es hipótesis.

Los eventos climáticos se pueden explicar en razón de cambios en la inclinación del eje terrestre y fluctuaciones de los estados atmosféricos del planeta tierra a medida que se mueve en derredor del sol, adoptando diferentes posiciones que cambian la distribución del calor a las distintas latitudes del planeta.

Pero hay otros factores importantes incidentes en las modificaciones climáticas: por ejemplo las variaciones solares en relación al tamaño de las manchas solares o expansión de las explosiones solares (corona solar); los terremotos y las erupciones volcánicas son fuerzas que además de modificar la geografía terrestre, hacen sombra a la radiación solar, con el consiguiente enfriamiento de diferentes regiones terráqueas. Los científicos de la atmósfera, metereólogos y analistas del clima coinciden en señalar que no sólo el polvo y humo volcánico impiden la radiación solar sobre las regiones del planeta. Los volcanes eyectan cenizas y polvo denso hasta una altura de treinta kilómetros en la tropósfera y en la estratósfera inferior. Las partículas más finas pueden ser impulsadas hasta alturas de cincuenta metros. Sin embargo, las partículas de polvo más densas (estratósfera inferior) y por tanto de gran duración, son las que ejercen mayor influencia para las fluctuaciones climáticas (Cabiedes, 1981).

El efecto climático del polvo volcánico depende del tipo de partículas que son liberadas hacia la atmósfera, incluyendo el tamaño de ellas y la forma en que se concentran. Las partículas gruesas de la tropósfera pueden retener el calor procedente de la tierra —evitando que ascienda al espacio— lo que generaría y/o aumentaría el calentamiento de la región terrestre correspondiente.

El dióxido de carbono liberado por la combustión y estacionado en la atmósfera calienta el planeta, produciendo distorsión climática a nivel mundial, teniendo como resultado las condiciones heladas, frías y/o pluviométricas en la superficie terrestre.

La historia de la evolución humana en la tierra está enmarcada hacia los últimos cinco millones de años (Plioceno/Pleistoceno) por condiciones glaciales o casi glaciales en el hemisferio norte e intensos y drásticos períodos pluviales en los trópicos ecuatoriales como contraparte.

El efecto combinado de tales ritmos geoclimáticos producen cambios, según la atracción gravitacional que ejercen el Sol y la Luna sobre las prominencias rocosas ecuatoriales, marcando diferencias entre veranos largos o cortos e inviernos de drástica frialdad o menos frígidos, según la distribución del calor a las diferentes regiones del planeta en distintos tiempos del año.

Determinar los fenómenos complejos de relación geoclimática ha durado mucho tiempo; recién por la década del setenta ocurrió la combinación de una serie de factores y circunstancias confirmatorias de que la fuerza directriz implicatoria es la posición en que cambia la órbita terrestre alrededor del Sol, explicando lo diferencial de las estaciones de cada año.

Como establecer y medir los factores de los ritmos de la variación climática es complicado, se ha necesitado mucho tiempo para confirmar que la historia del clima y, más aún, de los cambios climáticos, se ajusta a un modelo que relaciona dos características: Períodos glaciales de 100,000 años terrestres de duración con tiempos muy fríos, separados por intervalos menos fríos llamados interglaciales, cercanos a los 10,000 años indistintamente. También se reconoce que los interglaciales son más raros, pues las áreas terrestres con hielo reflejan el calor del sol, surtiendo efectos refrigerantes en uno u otro hemisferio, haciéndose patente y de creciente realidad las fluctuaciones climáticas en una relación eventual de porcentajes cortos, largos, pequeños o de longeva duración para los extremos climáticos, así como la determinación de su naturaleza contradictoria hielo-calor y lluvia-sequía.

Estos procesos geoclimáticos son componentes de la naturaleza de nuestro planeta y han estado siempre en él; por supuesto los Andes sudamericanos conforman los circuitos de naturaleza geoclimática fluctuante u oscilante del hemisferio sur, cuya influencia proveniente del continente Antártico Austral siempre está presente a través del Anticiclón del Sur y de las frías aguas antárticas que bañan el litoral del Pacífico, generando el problema de la «inversión térmica» a nuestro país y engrosando los casquetes glaciales permanentes de altitud y/o latitud sur de nuestro subcontinente. Por los factores del cambio climático, los Andes sudamericanos están sufriendo fuertes deshielos, especialmente los Andes centrales del Perú.

El evento geoclimático «El Niño» lleva este nombre debido a que aparece en el mes de diciembre, relacionado con la Navidad. Relatos orales de la costa norte de nuestro país refieren que los pescadores paiteños lo llaman así, porque observan que por los días cercanos a tal festividad se presentan masas de aguas calientes provenientes del trópico ecuatorial calentando a las aguas normalmente frías de nuestro litoral al sur de Piura. El mar frío se calienta, aparecen peces y moluscos habitualmente de aguas tropicales, y por efecto contrario, los peces normales de aguas frías migran hacia el sur o se refugian en la profundidad del mar. El clima se tropicaliza alargando el verano hasta el tiempo que dure la alteración climática o demore El Niño, ocultando o desapareciendo el otoño, invierno y primavera, como ocurrió por ejemplo los años 2002-2003 y el año 1997.

Los eventos geoclimáticos trasuntan en realidad cambios significativos en las condiciones meteorológicas, climáticas y oceanográficas que afectan a casi todo el planeta, pero cuya manifestación de mayor fuerza, se presenta en el litoral del Pacífico Sur, Australia e Indonesia. Eventualmente, en ciclos-punta de los procesos de calentamiento/enfriamiento de la tierra, se registran fluctuaciones hemisféricas, pero a su vez se dan los eventos temporales medianos (El Niño o Enso) que recurrentemente viene afectando al litoral peruano, al margen de períodos cálidos o fríos terrestres. Por supuesto, los desprendimientos de los acantilados de hielo

en la Antártica Occidental, como está ocurriendo ahora y la desaceleración de la circulación oceánica, producirá mucho más frío ambiental.

El estudio meteorológico por contrastación permite hoy día diferenciar a eventos de El Niño de períodos cálidos, de aquellos de la serie de eventos fríos (La Niña) de menor intensidad y hasta de menor duración. Según datos comparativos, los aspectos comunes entre series cálidas y frías están dados en relación al pulso final de intensidad del uno con respecto al otro. Por supuesto, los Niños catastróficos muy fuertes exceden los factores de análisis o cálculos.

Recientemente son cada vez más ciertas las incidencias del fenómeno geoclimático El Niño, el cual resume los eventos paleoclimáticos y su prevalencia actual, como un fenómeno vivo y activo de la vida del planeta. Las fluctuaciones son manifestaciones abióticas de la biología de nuestro planeta, por tanto, tenemos que acostumbrarnos a vivir con ellas, como vivieron en general las diferentes culturas del mundo en tiempos antiguos.

El fenómeno El Niño se conforma por la interrelación de dos perturbaciones: una oceánica (variaciones superficiales de la temperatura del mar) y la otra, atmosférica (oscilación sur), por cambios en la presión atmosférica: de allí su denominación técnica: El Niño-Oscilación Sur (ENOS).

Durante la presencia de El Niño el aumento de la temperatura marina calienta e incrementa la humedad atmosférica, alterando la convección de modo que las zonas de convergencia y las lluvias asociadas, se desplazan a otros lugares originando a su vez perturbaciones en la circulación atmosférica. Los cambios en la localización de las lluvias regulares de los trópicos y el calor latente liberado alteran considerablemente los índices numéricos habituales del calentamiento atmosférico. Así, la intensidad de El Niño depende de la magnitud de las anomalías y de la extensión de la influencia zonal, para producir variaciones en el tiempo y el clima mundial, que a su vez desencadenan impactos socioeconómicos relacionados con la vulnerabilidad de las distintas regiones y su desarrollo social.

En la segunda mitad del siglo XX la industria del hombre y las guerras polucionaron el planeta, surgiendo entonces defensores del medio ambiente, en relación al cambio climático causado por las actividades humanas, al que consideran grave para la vida del planeta. La ONU y el político norteamericano Al Gore, autor de «Una verdad incómoda», documental válido para alertar al mundo acerca del calentamiento global, consideran que el fenómeno está ocurriendo ahora y es un reto moral para la humanidad, pues afecta a los glaciares y la vida marina (osos polares y lobos marinos ahogados); los huracanes marítimos devastan la costa atlántica y las ciudades industrializadas acumulan residuos nocivos difíciles de eliminar. Verdaderamente, el calentamiento global deteriora al mundo y sus recursos naturales. En 40 años la industria humana polucionará nuestras fuentes de vida natural con la combinación dióxido de carbono + monóxido de carbono, potentes biodegradantes y polucionadores.



El político norteamericano Al Gore, ex-vicepresidente norteamericano, ha denunciado con filmaciones satelitales y en un documental de circulación mundial, el peligro, la afectación y desinformación que sufre el planeta Tierra.

Arqueología e historia: registro de «El Niño».

Los trabajos arqueológicos a nivel mundial vienen registrando los eventos de las fluctuaciones climáticas de los tiempos arqueológicos y en nuestro país hemos empezado a prepararnos para registrar sus datos, conocer sus características, los modos contradictorios de sus manifestaciones y los drásticos problemas que causan en la vida, producción, propiedades privadas, obras públicas y accidentes, generando crisis de diferente magnitud en todos los tiempos.

Los estudios de meteorología, hidrología, biología oceanográfica, biogeoquímica, glaciología, zoología, botánica, geología, arqueología, historia, etc., son disciplinas científicas que interaccionan en franca interdisciplinariedad para determinar los procesos concurrentes a la configuración del fenómeno geoclimático. Igualmente, desde los conocimientos actuales disponibles, se va conformando disciplinas especializadas tales como Paleo-climatología, Paleo-geofísica, Paleo-oceanografía, Paleo-glaciología y se renuevan los enfoques paleontológicos, paleobotánicos y paleobiológicos en general; son perfeccionadas las técnicas y métodos dendrocronológicos y los diagramas polénicos, orientados a obtener informaciones acerca de las fluctuaciones paleoclimáticas. En el Perú, a través de las investigaciones arqueológicas se obtienen datos en la longitud de la costa, registra los eventos y fluctuaciones en la sierra interandina, así como los cambios



climáticos en relación a las ocupaciones humanas en el bosque húmedo tropical amazónico.

En todos los casos se revisan y analizan bioindicadores, morfologías fluviales y desbordes, intensidad y niveles pluviales, impactos y cambios en los espacios terrestres; hay que analizar inter-desplazamientos de la fauna marina, se analiza la dinámica de la biomasa litoral marina, variaciones térmicas del mar y formaciones de nuevas líneas de playa por transgresiones marinas; desbalances geoclimáticos regionales, las nevadas y granizadas interandinas y/o en la selva alta amazónica; se analizan anomalías climáticas en general por factores microrregionales intra-estacionales próximos a los centros de bloqueo de la actividad convectiva o de bandas de convergencia geoclimática, etc. También estudiamos las acumulaciones de sedimentos y/o mantos de material geológico conglomerado con fines de identificar cronología de períodos pluviales antiguos.

En el caso de «El Niño» (1997), las autoridades en general tomaron precauciones diversas y entre ellas la protección a algunas zonas arqueológicas importantes, siendo clamoroso que el 95% de los sitios arqueológicos del país no

cuenten con ningún plan de monitoreo para controlar el carácter catastrófico de las inundaciones. A los sitios arqueológicos construidos con barro como materia prima, los convierte en suelo, y a los de piedra, erosiona su argamasa ligante.

Récord de «El Niño» o fenómeno Enso

1. ENSO del 900 a 700 a.C.: Perfil de sedimentos en Cerro Sechín.
2. ENSO del 550 a 500 a.C.: Perfil de sedimentos en Chavín de Huántar. Caída del cerro a cuyo pie está Chavín: lo cubrió de tierra roja.
3. ENSO del 100 a 150 d.C.: Sedimentos y cantos rodados en Pueblo Viejo, Nasca.
4. ENSO del 550 d.C.: Perfiles y desplomes en la Huaca Aramburu del campus de la UNMSM.
5. ENSO del 900 a 950 d.C.: Perfil de sedimentos finos en Pachacamac: excavación antes de construir el parqueo Mamacuna.
6. ENSO del 1200 d.C.: Huaycán de Cieneguilla; excavaciones en el Conjunto de los Nichos, sector externo; registro de sedimentos arenosos en los pisos y sectores desplomados.
7. ENSO del 1525 a 1546 d.C.: Registro documental. Ciclo lluvioso.
8. Terremoto en Lima 1546: ¿Hay convergencia entre Paleo ENSO y los sismos?
9. ENSO fuerte de 1578: Registro documental. Niño catastrófico.
10. ENSO de 1678: Lluvioso.
11. ENSO de 1701: Temblores y lluvia.
12. ENSO de 1720: Lluvias fuertes en costa y selva.
13. ENSO de 1728: Niño muy fuerte.
14. ENSO de 1748: Lluvias fuertes.
15. ENSO de 1763: Lluvioso.
16. ENSO de 1770: Lluvioso.
17. ENSO de 1790: Niño catastrófico.
18. ENSO de 1804: Lluvioso.
19. ENSO de 1814: Lluvias fuertes.
20. ENSO de 1817: Lluvioso.
21. ENSO de 1819: Lluvioso.
22. ENSO de 1821: Lluvioso.
23. ENSO de 1828: Lluvioso.
24. ENSO de 1832: Lluvioso y frío.
25. ENSO de 1837: Lluvioso.
26. ENSO de 1845: Lluvias fuertes.
27. ENSO de 1864: Áncash-Lima-Ica. Segundo nivel de catástrofe.
28. ENSO de 1871: Lluvias fuertes.

29. ENSO de 1878-1879: Lluvioso y fuerte nubosidad.
30. ENSO de 1884: Lluvioso.
31. ENSO de 1890-1891: Muy lluvioso.
32. ENSO de 1906-1907: Lluvioso.
33. ENSO de 1911: Lluvioso.
34. ENSO de 1918: Lluvioso.
35. ENSO de 1925: Llegó hasta Arequipa-Moquegua y Tacna. Tercer nivel de catástrofe y fuertemente lluvioso.
36. ENSO de 1932: Muy lluvioso.
37. ENSO de 1934: Lluvioso.
38. ENSO de 1940-1941: Temblores y lluvias.
39. ENSO de 1945-1946: Lluvias fuertes; aluvión en Chavín por el río Wacheqsa. Lo cobre de tierra negra antracítica.
40. ENSO de 1953: Lluvioso.
41. ENSO de 1956-1957: Lluvioso.
42. ENSO de 1965: Lluvioso y de gran nubosidad.
43. ENSO de 1969-1970: Niño débil de cierta duración.
44. ENSO de 1972-1973: Niño fuerte muy lluvioso.
45. ENSO de 1982-1983: Niño hasta Trujillo y Lima; segundo nivel de catástrofe por lluvias intensas. Fuertes desbordes de ríos.
46. ENSO de 1986-1987: Niño moderado.
47. ENSO de 1989: Drástica sequía en la sierra interandina. Humedad en la costa con precipitaciones de madrugada.
48. ENSO de 1997: Lluvias en diversas partes de Sudamérica o sequía como contraparte; heladas y granizadas regionales en el Perú; fuerte humedad de «lomas» por 90-95% de humedad relativa microrregional.

Evaluando históricamente tales eventos se considera que la inestabilidad climática terrestre, sus fluctuaciones y fenómenos interestacionales, son evidencias de que el período interglacial en el cual estamos viviendo podría estar llegando a su fin, para recomenzar otra vez con los hielos. La variación climática que viene ocurriendo hace sospechar intensificación de problemas geoclimáticos futuros.

Las fluctuaciones del clima y sus consecuencias

1. Estudiando las variaciones geoclimáticas de glaciares actuales podemos tener materia para inferir similares fluctuaciones climáticas del pasado. En el Perú de las últimas décadas estamos asistiendo a procesos de desglaciación en los altos andes, lo cual afectará las disponibilidades de agua dulce para consumo humano, riego y producción energética.

2. En el hemisferio sur no han ocurrido glaciaciones de latitud, sino sólo de altitud o altoandinas, porque el territorio sudamericano —como África— está en el trópico ecuatorial.
3. La influencia climática frígida de la Antártida se ejerce sobre los Andes Meridionales (Chile-Patagonia Argentina), pero su influencia avanza hasta el litoral peruano por la Corriente Antártica fría y el Anticiclón del Sur.
4. Para estudiar el ritmo, los ciclos o períodos de los cambios climáticos es necesario practicar métodos multidisciplinarios, revisar analítica e interpretativamente las teorías actuales acerca de las glaciaciones geológicas, astronomía, informaciones climáticas diseminadas, datos de circulación atmosférica y la cambiante distribución de las masas de aire, los registros paleobotánicos y dendrocronológicos, la Paleo-Oceanografía y Oceanografía actual, etc.
5. Los estudios analíticos tienen que ser contrastativos: calor/frío; invierno frío/invierno lluvioso; verano seco/verano húmedo; lluvia/sequía; circulación atmosférica austral, etc. Ejemplo: Las glaciaciones del hemisferio norte tuvieron como contraparte intensos períodos pluviales en el hemisferio sur durante el pleistoceno.
6. Por tecnología moderna se conocen mejor que antes las interrelaciones océano-climáticas/intensas nubosidades del litoral Pacífico Sur y Central; al estudiar las franjas terrestres ascendentes a los Andes Occidentales, se determina el fenómeno de la inversión térmica (genera terrenos secos y áridos), porque las altas cadenas orogénicas detienen a las nubes (en los Andes Meridionales se las llama «camanchaca»), las que en la costa peruana producen microclimas húmedos estacionales, en cuyos parajes de mayor permanencia originan las coberturas verdes llamadas «lomas» —ahora fósiles— que como relicto de tiempos holocénicos de mayor humedad, todavía se regeneran durante los *Niños* recientes.
7. Las relaciones entre pluviosidad (lluvias normales) y la presencia de un evento del Niño son reales y de naturaleza compleja aún no bien conocidas.
8. Los incrementos de temperatura de las aguas del mar ecuatorial en relación con El Niño aumentan las precipitaciones pluviales en Sudamérica occidental, originan anomalías climáticas en la montaña amazónica y en la baja Amazonía y/o espesa nubosidad en el nororiente peruano y fuerte calor en el Ucayali Central (32°C de temperatura ambiente y quemante resolana).
9. Está en estudio las causas actuales del retroceso de los glaciares de altura en nuestro país, cuya deshielización drástica originaría desbordes de lagunas periglaciales, desaparición de cuencas hídricas y/o desbordes, etc. Este proceso es mediato, pero ya estamos viendo sus inicios (Doughty, 1986).
10. En todos los casos, la arqueología apoya los estudios sobre los fenómenos ENSO antiguos, pues los eventos paleoclimáticos precipitados sobre los terrenos desérticos de la costa peruana dejan marcas e improntas en las for-

maciones orogénicas, depósitos aluvionales o fuertes huellas en los edificios arqueológicos dañados o desplomados; otras veces los pueblos antiguos se cubren con capas de sedimentos aluvionales, los adobes se convierten en suelo, etc., enterrando amórficamente a conjuntos arquitectónicos, edificios o cementerios.

11. Respecto a los eventos actuales de El Niño en nuestro país es necesario prevenir, planear y programar las acciones e inversiones con sentido de larga duración y no sólo coyunturales o estacionales, pues ya vimos en esta larga explicación, que ya sea como fenómeno o evento, su llegada, presencia o influjo es consustancial a la vida del planeta en forma permanente y una de las características geoclimáticas indicantes de que el planeta es vivo y más dinámico de lo que hemos venido creyendo. En el caso de El Niño no se puede hacer publicidad política o demagogia social, pues el ejemplo anticipado de los países afectados es alertante en todo sentido.
12. El año 2006 el Senamhi planteaba la posibilidad de que el año 2007 ocurriera un nuevo fenómeno ENSO, debido al paulatino calentamiento que se estaba presentando en las aguas marinas, pero felizmente el fenómeno de El Niño aún no se reactiva.
13. El calentamiento global ha sido reconocido por la Oficina de la ONU para la Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA), a partir de los años 2005 y 2007. El año 2007 es frío y húmedo en la costa del Pacífico; se conocen inundaciones desastrosas y pluviosidad fuerte en África del Oeste; pluviosidad e inundaciones en el Sur de Asia y Corea del Norte, seguido de severas sequías en el Sureste africano.
14. La ONU celebró la Cumbre de Cambio Climático en Bali (Indonesia) a fines del 2007, para evaluar, estudiar y decidir por región del mundo los cambios climáticos y sus efectos sobre la producción, el agua dulce, normalidad marítima, la desertificación y estabilidad de los bosques amazónicos.
15. En Bolivia sequías e inundaciones regionales marcan las condiciones climáticas extremas.
16. En Perú, vientos huracanados azotan la Cordillera del Cóndor causando derrumbes de casas y muertos (según Senamhi, octubre del 2007).
A comienzos de octubre del 2007 el descenso de temperatura del mar proveniente de la Antártida hasta Piura trajo vientos fríos a la costa peruana (13°-14° de temperatura en plena primavera), cuya nubosidad oculta el brillo solar de temporada climática normal, sobre todo en la Costa Central del Perú.
17. También en octubre de 2007 se realizó en Guayaquil y Quito la convención de Cambio Climático «Clima Latino», organizado por la Comunidad Andina de Naciones con más de 1,500 participantes especialistas, autoridades, funcionarios, expertos y la sociedad civil en general, para debatir acerca de los procesos climáticos en nuestros territorios. El movimiento «Clima Latino», será de larga



Las inundaciones producidas por el fenómeno ENSO en Asia han resultado tremendamente catastróficas para las poblaciones en general.



Los osos polares podrían quedarse sin témpanos para descansar, invernar y procrear, al desaparecer las masas de hielo sobre la faz de las aguas marinas.

data y circulará por los países de Latinoamérica. El Acuerdo Andino final fue considerado como el sucesor del Protocolo de Kyoto, para regir hasta el 2020, con extensión hasta el 2050. Se impone controlar los factores de modificación de los niveles naturales del clima para evitar daños irreversibles a los ecosistemas andino-amazónicos. El año 2009 «Clima Latino» se organizará en el Perú.

El Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), en una reacción tardía, pero entendible, ha declarado que debemos estar preparados para el Cambio Climático y su impacto en el Perú, que ahora no podemos controlar. El CIP ha nombrado una Comisión del Ambiente y puesto al frente al ingeniero Roberto Michelena para convocar a la ciudadanía, informar la problemática y tomar acciones para empezar a morigerar la situación.

IV. CALENTAMIENTO GLOBAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

El calentamiento climático es consecuencia del efecto invernadero, cuyo estimulante son los combustibles fósiles consumidos por la actividad de la industria humana. La energía del calentamiento, al lograr movimiento convectivo por la circulación de los vientos, adquiere velocidad, y por tanto más calor, produciendo el dióxido de carbono, aumentando así la velocidad del calentamiento global. Éste tiene como efectos la reducción de los casquetes polares y sus secuelas climáticas como huracanes, tsunamis, inundaciones o sequías. Los océanos calientes conforman energía para la formación de los huracanes y tsunamis, con su secuela de catástrofes económicas y sociales.

Si sigue el aumento del efecto invernadero, continuará el incremento de dióxido de carbono en la atmósfera, por tanto, será mayor el calentamiento climático, cada vez más global y que producirá con mayor frecuencia los cambios climáticos desestabilizadores del equilibrio geoclimático terrestre. Los especialistas calculan que hacia el 2050 los casquetes polares se habrán derretido, incrementándose también el deshielo de los glaciares, cuyos inicios se observan en las altas montañas del planeta. Otro problema a presentarse a corto plazo es el problema del agua, siendo paradójico que ríos, lagos y océanos estén amenazados por la industria humana y las ciudades productoras del cambio climático, en última instancia.

El descongelamiento polar está produciendo aumento del volumen de agua marina. Por los torrentes polares se deslizan témpanos en proceso de liquifacción diaria y pingüinos ahogados. Como el calentamiento del mar originará mayores tormentas (huracanes categoría 4 o 5 son catastróficos), sumaremos en el futuro a los 170 fenómenos contabilizados al presente.

Si Terranova se licuara, Miami se hundiría 10 metros bajo el agua. Si Groenlandia se licúa el Atlántico aumentaría 10 metros su volumen de agua marina.

Capas de hielo perpetuo se están derrumbando en la Antártida. El glaciar «Perito Moreno» (Santa Cruz, Argentina, de 200 metros de largo por 70 metros de ancho) se está derritiendo en pleno invierno, igual que pierden masa gélida otros glaciares de la región.

Pruebas científicas demuestran que el descongelamiento de Alaska desprende gas metano (es un calentador de la atmósfera), lo cual es factor de cambio climático productor de tempestades.

El Kilimanjaro de África ya no tiene casquetes glaciares. El Himalaya está perdiendo roca de hielo.

En Oceanía, el archipiélago Kiribati formado por 33 atolones situados en el Pacífico Sur, vecino de las islas Samoa, está afectado por la elevación del nivel marino (0.50 m), el cual si sube 1.00 m, las islas quedarán sumergidas en un año.

Para empezar a morigerar la problemática, medio ambiente, recursos naturales y desarrollo deben ser revaluados y analizados en conjunto ecosistémico mundial global, es decir, la solución es de todos.

El Proyecto Argo (EE.UU.) es la respuesta tecnológica de última generación para obtener mejor información acerca del estado físico de los océanos, datos del derretimiento de glaciares, aumento del dióxido de carbono, la velocidad de los vientos e incremento de la energía de los mares, etc.

En los glaciares de Chile, Argentina, Perú, Ecuador y Colombia es evidente la desglaciación y pérdida de masa glacial por el cambio climático.

En el caso del Perú y otros países americanos la civilización es muy antigua; tan antigua como en el viejo mundo, pero el Perú actual, es un país muy joven (menos de 500 años).



Sitio Arqueológico Menocucho, distrito de Laredo, provincia de Trujillo, La Libertad. Las lluvias erosionan y convierten en barro a los adobes de las construcciones arqueológicas.

V. EXPERIENCIAS Y ANÁLISIS CRÍTICO

Los sismos provocan destrucción y desolación, tanto de ciudades como de pueblos, de propiedades públicas y privadas, colapso de obras y servicios, pero lo que es más grave es la muerte de mucha gente carente de prevenciones. Doloroso es comprobar que la civilización humana moderna está colisionando contra la limpia naturaleza del planeta.

Los estudios e investigaciones sobre Geotecnia Sísmica son relevantes para conocer los riesgos sísmicos; disciplinas como la Geología, Geomorfología, Mecánica de Suelos, Fenómenos Sísmicos, Hidrología y conocimiento de mapas geotécnicos, otorgan información confiable, junto con el trabajo profesional del ingeniero sísmico. El estudio interdisciplinario, la planificación, construcción antisísmica y la información acerca del riesgo sísmico, lograrán minimizar efectos destructivos y pérdidas de vidas.

Cada terremoto debe ser una experiencia nueva y acumulativa para instituciones, centro de investigaciones sísmicas y personas naturales. Las instituciones deben procesar las experiencias obtenidas en los terremotos anteriores para plantear zonificaciones de control frente a su realidad sísmica y el comportamiento de los suelos. Los centros de investigaciones de sismos deben acumular la información,

estudiar frecuencias, posibles periodicidades o récord de sismos y sus magnitudes e intensidad, buscando reducir los efectos sísmicos al conocer mejor las interrelaciones suelo/obra, destinados a la prevención de desastres por movimientos telúricos, inundaciones causadas por El Niño o maremotos. Las personas naturales deben tener información que funcione como aporte concreto y de utilidad para reaccionar con inteligencia, serenidad y aplomo frente a la adversidad.

La información y conocimientos acerca de la actividad sísmica regional y nacional es una tarea del Estado, pero resulta que los funcionarios y/o especialistas gubernamentales no han cumplido con eficacia la difusión específica de las características de los sismos, los registros elaborados, las predicciones sísmicas y publicaciones orientadas a informar a las mayorías populares y no sólo a las elites.

Para las técnicas de construcción moderna y la arquitectura es importante saber que las limitaciones son de carácter económico, lo cual imposibilita contratar profesionales ejecutores de las obras o concretarlas aplicando soluciones antisísmicas. El último sismo (2007) ha demostrado que la falta de medidas técnicas antisísmicas e información antisísmica reciente, útil y precisa bajada a la población, hubiera atenuado las pérdidas materiales y humanas.

Todos sabemos que a lo largo y ancho del país las construcciones privadas pobres y/o rurales se levantan en forma espontánea, sin la aplicación de requisitos técnicos; el Estado nunca se ha preocupado en promover, publicar y poner al alcance de los pueblos el Reglamento Nacional de Construcciones, el cual está vigente desde el 15 de diciembre de 1970, pero que sólo lo cumplen las obras mayores; en los pueblos jóvenes, asentamientos humanos, periferia de las ciudades y en los ámbitos rurales, no se construye aplicando las prescripciones técnicas, sino evadiéndolas, para evitar el pago de licencia de construcción. Las Municipalidades, el Instituto de Normas Técnicas, el Ministerio de Vivienda, el Colegio de Ingenieros, el Colegio de Arquitectos, etc., no han producido información a nivel de los pueblos. Aquí la responsabilidad estatal es obvia, pues la gente piensa que la rigidez de las normas, el centralismo de los criterios, control represivo a nivel vecinal, etc., encarecen las obras, prefiriendo contratar «maestros albañiles». En el caso de los controles y estudios el problema es más clamoroso, pues abunda la falta de catastros. ¿Lima tiene catastro integral que registre la propiedad urbana técnicamente, en concordancia al desarrollo físico metropolitano? ¿Las capitales del interior del país tienen catastros que les permitan crecer y construir técnicamente? ¿Acaso no son necesarios los datos múltiples sobre infraestructura en general, localización por densidad de población urbana y rural, catastros vecinales, etc., conducentes a solucionar problemas de masificación constructiva y falta de planificación local y regional urbana popular? Por ejemplo, es urgente la obtención de cartografía actualizada orientada a la planificación de las obras públicas y privadas, diseñar con eficacia los sistemas

de transporte y comunicaciones y reorientar el crecimiento urbano espontáneo, al presente fuera de control.

La Universidad Nacional de Ingeniería promovió y ejecutó un Proyecto de Investigación del Adobe Estabilizado (1980-1990), más o menos por estos años. Un conjunto de Ingenieros Civiles Peruanos aportaron métodos y técnicas para lograr adobes fuertes más duros y que mantengan bajos sus precios. Esta técnica necesita ser reactualizada y puesta en valor, ahora, en relación a las economías pobres del país.

Los aspectos técnicos deficitarios señalados denotan carencias técnicas de planificación realística, falta de políticas de prevención a futuro, etc., puesto que los terremotos pasan, empieza la mecánica reconstructiva y la tecnocracia gubernamental «deja pasar, deja de hacer», lamentablemente indiferente. Una buena orientación política y técnica antisísmica, sobre todo preventiva a nivel de pueblo, debe ser la reacción inmediata del Estado (Instituto Nacional de Defensa Civil, Indeci), el que debe estar dirigido por ingenieros especialistas e integrado por investigadores relacionados a los estudios sismológicos. Es necesario tecnificarlo, porque la burocracia actual ha demostrado inoperancia e ineficiencia ante el terremoto del 15 de agosto de 2007, para el cual no estaba previsto ni otorgó importancia a las experiencias precedentes. Tampoco tiene prevenciones para la sucesión de los sismos que continúan al presente.

¿Por qué no se estudian a fondo los terremotos de 1942, 1970, 1974, 1996 y 2007, para los cuales se tienen buenos registros de sus magnitudes e intensidades, que por métodos contrastativos, se intente factores aproximativos antelados a los fenómenos sísmicos?

Según datos actuales (2007) las ciudades del sur medio peruano están destruidas en porcentajes de 70-80%; muchos ingenieros y técnicos diversos la han emprendido contra el adobe, noble material de construcción andino de más de 2,500 años de antigüedad. El adobe como el ladrillo (ambos se derrumban) necesitan ser mejor elaborados desde la gavera, con especificaciones técnicas estudiadas (resistencia a las ondas sísmicas), acompañado de tratamiento de los suelos portantes y cimientos y sobrecimientos antisísmicos. Esta información técnica debe bajar al nivel del pueblo llano, cuya responsabilidad compete al Estado peruano, el cual hasta el presente tiene abandonada a las poblaciones pobres. Al Ministerio de Vivienda no le importan las poblaciones pobres a las que mantiene en desinformación permanente. Así como a los pescadores hay que enseñarles a pescar, a las poblaciones pobres hay que tecnificarlas para construir y fomentar las iniciativas de colectividades pobres, en lugar de criticarlas por utilizar sus materiales milenarios (piedra y barro).

En el caso del terremoto del sur medio: Cañete, Chincha, Pisco, Ica y Huanavelica, no fue sólo el 15-08-2007, sino que la tierra ha seguido temblando. El Instituto Geofísico del Perú (IGP) ha registrado un sismo de 3.6 grados en la escala de Richter sentido en Arequipa (03-07-2007), cuyo epicentro fue locali-

zado a 43 kilómetros al este de Camaná a una profundidad de seis kilómetros. También en los territorios de Chíncha y Pisco se han seguido sintiendo réplicas, como es el caso del sismo (01-09-2007) ocurrido post-terremoto a 59 kilómetros hacia el suroeste de Pisco, con una profundidad de 40 kilómetros, 4.3 grados en la escala de Richter y una intensidad 3 en la escala de Mercali Modificada. Otro sismo de 4.8 grados ha sido registrado a mediados de octubre, localizado a 106 kilómetros al suroeste de San Vicente de Cañete, con 39 kilómetros de profundidad e intensidad 3 en la Escala de Mercali Modificada (MM) registrado por el Instituto Geofísico del Perú. También el IGP ha hecho conocer que en octubre ha habido en Cañete otros movimientos sísmicos, casi paralelos a los registrados en las ciudades de Huarney y Barranca del norte chico.

En lo referente al cambio climático, el Instituto Regional de Desarrollo de Francia (IRD), inició en 1991 programas de evaluación continuada de glaciares en los andes centrales (Perú), los andes del sur (Bolivia-Chile) y recientemente en los andes septentrionales (Ecuador-Colombia). Los estudios señalan que el incremento de temperatura junto con la presencia del Fenómeno ENSO (El Niño), producen gran disminución en la masa de los glaciares, con la siguiente peligrosidad de sufrir inundaciones inesperadas. El día que se deshielen completamente los glaciares la humanidad dirá adiós a las fuentes originarias de agua dulce.

En cuanto al fenómeno del Niño, las investigaciones acerca de los cambios climatológicos están predictivamente avanzados, de tal manera que hay niveles de información previa con mucho acercamiento a la realidad. Por ejemplo, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi) utiliza los registros climáticos antecedentes para los pronósticos adelantados que se publicitan por la televisión y diarios de circulación nacional.

Ojalá que este estudio contribuya a llamar la atención del poder en todas partes, y especialmente del Perú, para tomar medidas contemporáneas y estudiar con énfasis tales realidades telúricas y geoclimáticas que ya están aquí, envolviéndonos.

BIBLIOGRAFÍA

BOUYSSÉ-CASSAGNE, T. y P. BOUYSSÉ.

1984 «Volcan indien, volcan chréticu: a propos de l'eruption du Huaynaputina en l'an 1600 (Pérou Meridional). Journal de la Societé des Américanistes, París, N.S., 70-71, pp. 43-68.

BRAVO, J. J.

1903 «Los huaycos». Informes y Memorias de la Sociedad de Ingenieros del Perú. Vol. 5, N°5, pp. 13-21.

BUENO, Cosme

1951 [1763] *Geografía del Perú Virreynal*. D.M. Azángaro, Lima, 858 pp.

BUENO MENDOZA, Alberto

- 1994 «Eventos geoclimáticos y ocupaciones humanas arqueológicas en la comarca de Chosica». En Rev. *Centenario* 1894-1994, edics. PREDES, Lima, pp. 40-50.
- 1995 «Geomorfología, eventos geoclimáticos y ocupaciones humanas en la comarca de Cieneguilla». En Rev. *Ciencias Sociales*. Instituto de Investigaciones Histórico-Sociales, UNMSM, Año I, N°1, Lima, pp. 103-118.

CABIEDES, C.

- 1981 «Natural hazards in Latin America: a survey and discussion». En Martinson y Elbow (edits.). *Geographic Research in Latin America: Benchmark 1980*. Ball State University, Indiana, pp. 280-294.

CONCYTEC

- 1984 *Ciencia, tecnología y agresión ambiental: El fenómeno del Niño*. Edics. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima, 692 pp.

DOUGHTY, P.L.

- 1986 «Decades of disaster, promise and performance in The Callejón de Huaylas, Perú». In A. Oliver-Smith (ed.). *Natural Disaster and Cultural Responses. Studies in Third World Societies*, N°36, College of William and Mary, Virginia, pp. 35-80.

DUPUY, Daniel Hammerly

- 1971 *Bajo el signo del terremoto*. Edics. Peisa, Lima.

FERRADAS, Pedro

- 1992 *Quirio: prevención de desastres, tradición y organización popular en Chosica*. Edics. PREDES, Lima, 93 pp.

GIESECKE, A. y E. SILGADO

- 1981 *Terremotos en el Perú*. Edics. Richkay, Lima.

HARTKOPF, V.

- 1985 *Técnicas de construcción autóctonas del Perú y sus potenciales de mejora para resistir más adecuadamente los sismos*. Agency for International Development, Washington D.C.

HEWITT, K.

- 1983 «The idea of calamity in a Technocratic age». *Interpretations of calamity from the Viewpoint of Human Ecology*. Allen and Unwin, Boston, pp.3-32.

MARTÍNEZ VARGAS, Alberto

- 1979 *Análisis geotécnico de los terremotos de Lima, Perú*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 239 pp.
- 1994 «La amenaza de desastres y la futura expansión de Chosica». En Rev. *Centenario* 1894-1994, edics. PREDES, Lima, pp. 86-94.

MOSELEY, M., FELLMAN, R.A. y C. R. ORTLOFF

1981 «Living with crises: human perception of process and time». In M.H. Nitecki (ed.). *Biotic Crises in Ecological and Evolutionary Time*, Princeton University Press, Princeton, pp. 231-267.

OLIVER-SMITH, A.

1986 *The Martyred City: Death an Rebirth in the Andes*. University of New Mexico Press, Albuquerque.

1994 *Disasters, Development and Environment*. Ann Varley (ed.), University College London, New York.

VARIOS AUTORES

2001 *El Niño en América Latina: impactos biológicos y sociales*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, 423 pp.

WINTERHALDER, B. y R.B. THOMAS

1978 «Geocology of Southern Highland Perú». *Occasional Paper*, N°27. Institute of Arctic and Alpine Research. University of Colorado, Boulder.