

06.77.04_U

comisión
nacional
de energía
atómica
dependiente
de la presidencia
de la nación
REPUBLICA
ARGENTINA
1977
gerencia
protección
radiológica
y seguridad
división
estudios
ambientales

evaluación ambiental de la zona de emplazamiento del reactor R.P.O en lima - Perú

para el
instituto
peruano
de energía
nuclear
ministerio
de energía
y minas
REPUBLICA
PERUANA

ANTECEDENTES
SISMICOS

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION
REPUBLICA ARGENTINA - 1977

GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION ESTUDIOS AMBIENTALES

evaluación ambiental de la zona de emplazamiento del reactor R.P.O en lima - Perú

ANTECEDENTES
SISMICOS

PARA EL INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
REPUBLICA PERUANA

EVALUACION AMBIENTAL DE LA ZONA DE
EMPLAZAMIENTO DEL REACTOR R.P.0
LIMA - PERU

INDICE

<u>ANEXO II</u>	<u>ANTECEDENTES SISMICOS</u>	<u>PAGINA</u>
	Fenómenos sísmicos notables habidos en Lima en los Cuatrocientos Años que tiene de Fundada.	1
	Historia de los Sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1970).	19

ANEXO II
ANTECEDENTES SISMICOS
FENOMENOS SISMICOS NOTABLES HABIDOS EN LIMA
EN LOS CUATROCIENTOS AÑOS QUE TIENE DE FUNDADA*

Desde el 18 de Enero de 1535, en que el conquistador Francisco Pizarro fundó la ciudad de Lima, hasta igual fecha del año actual (1935), han ocurrido en la capital de Perú más de mil temblores, según datos que se han podido obtener revisando libros y periódicos. Por supuesto que su número debe ser muchísimo mayor. De estos sacudimientos terrestres de que tenemos noticias, han sido muy fuertes 23 (grados 6 a 10 de la Escala de Rossi y Forel) y de éstos, 14 tuvieron el carácter de terremotos; (Grados 9 a 10 de la misma Escala), si bien de algunos de ellos no tenemos sino ligeros datos y de dos, apenas si podemos apuntar el año.

Siguiendo el orden cronológico, vamos a reseñarlos ligeramente.

1552 - El 2 de Julio, a las 5.30 de la madrugada, hubo un fuerte temblor que hizo daños en Lima y que asoló a Arequipa. El Quinistaquillas arrojó tanta ceniza que destruyó muchos viñedos y olivares. Se oyeron los rugidos del volcán hasta 150 leguar. Con motivo de este temblor y por consejo de Pedro de Alcántara, confesor entonces de Carlos V, ordenó éste, por una real cédula, que no excediesen los muros de los edificios de seis varas de altura, disposición que se observó en lo sucesivo en todas las construcciones. Algún autor señala como fecha de este terremoto el mismo 2 de Julio, pero del año 1582, lo que indudablemente es un error, toda vez que Carlos V abdicó en 1555, retirándose desde entonces al monasterio de Yuste.

*FUENTE: Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima -
Tomo 4 D.

1553 - En este año hubo un temblor en Lima, el mayor desde su fundación. No tenemos más datos; ni siquiera hemos podido averiguar día y mes.

1578 - El 17 de Junio de este año se sintió en Lima un fuertísimo temblor que arruinó templos y casas y el palacio de los Virreyes.

1586 - El 9 de Julio, a las 7 de la noche, fué sorprendido Lima por un fuerte temblor que asoló gran parte de la ciudad e hizo caer las torres de la Catedral. Al temblor precedió un gran ruido que alborotó a los vecinos y los hizo salir de sus casas. Murieron de 14 a 22 personas. El movimiento se extendió 170 leguas por la costa y 20 por el interior, según parte que pasó a la Corona el Virrey Conde del Villar Don Pardo, que estaba en el Callao despachando la Armada Real. El mar, en este puerto, subió 14 brazas y avanzó 300 pasos en la playa, destruyendo lo que en contró. Este temblor, según Carrasco del Saz, fué tan terrible como el del 19 de Octubre de 1609. La ciudad hizo voto de ayunar la vigilia y guardar el día de la Visitación haciendo una procesión el mismo día, como se hacía hasta 1680, "con majestad y gran deza", como dice Meléndez en "Tesoros verdaderos de las Indias".

1609 - El 19 de Octubre, a las 8 de la noche, hubo en Lima un furioso temblor con destrucción de edificios, no inferior al del 9 de Julio de 1586, y fue la ruina parcial más notable ocurrida en el Perú, después de la de Arequipa el 2 de Julio de 1582. La Catedral de cinco naves, émula de la de Sevilla, quedó tan maltratada, que hubo que demoler sus bóvedas de ladrillo y labrar otras de crucería algunas varas más bajas. Carrasco del Saz, testigo presencial del suceso, dice que hubo antes nueve temblores menos fuertes, y refiere: que se descubrió el Santísimo; que se puso en los edificios esta leyenda: "Cristo, sed con nosotros"; "Santo Dios, Santo fuerte, Santo inmortal, ten misericordia de nosotros"; y que ésto se hizo por consejo del P. Juan Sebastián de la Parra, sacerdote venerable de la Compañía de Jesús, que predicó al pueblo en la Plaza. El célebre poeta chileno Pedro de Oña cantó en octavas los estragos del temblor, publicándose ese mismo año aquí su poema que se ha hecho muy raro.

1618 - Sólo hemos conseguido el dato que en este año se experimentó en gran parte del Perú un terremoto. No sabemos mes ni

día.

1619 - El 14 de Febrero de este año conmovió a Lima un fuerte temblor, que fué mayor aún su intensidad en el Norte del Perú, pues arruinó Santa, Trujillo y Piura.

En la época de la dominación de España en el Perú, se preocuparon los Virreyes de amortiguar los efectos terribles de los grandes sacudimientos terrestres. Creyeron, como los griegos y los romanos, que los lugares donde existían catacumbas o pozos profundos, contribuían éstos a amortiguar la destrucción que producen las ondas sísmicas; y teniendo tal presunción como muy eficaz, dictaron ordenanzas para que se cavaran pozos en todos los edificios. Así, al menos, lo pone de manifiesto la siguiente acta que en los archivos de la Municipalidad de Lima se encontró:

"Cabildo del 23 de Febrero de 1619 - Sobre que se hagan pozos en las casas desta ciudad para la seguridad della por los temblores - En este cabildo llegó don nicolás derribera propuso y dixo como ya hera notoria a este cabildo La ruyna que abía tenido La ciudad de Truxillo y villa de santa de un terremoto y temblor grande que abía abido a los catorce días deste presente més que también se sintió en esta ciudad que por la misericordia de Dios nstr, no hiso daño ninguno en ella y que para asegurarla de semejantes riesgos Le parece ser muy buen remedio hacerse muchos pozos por donde pueda aber rrespiración El biento de que an procedido y proceden Los dos temblores se ha experimentado y que ansi Lo propone y pide se de horden y mande que se hagan pozos en todas las casas desta ciudad y abiéndose tratado sobre ello se acordó y mandó que se comunique con el Excmo. señor virrey destos rreynos y se de cuenta de Lo contenido enesta propusión para que su Exa. probea y hordene Lo que más conbenga y sea serbido para queste cabildo Ejecute su boluntady para ello se nombraron por comisarios a los dhs. alcalde don diego de carbajal y alguacil mayor donalbaro de torres"

1630 - El 27 de noviembre, de 10 a 11 de la mañana, estando en la Plaza Mayor en el encierro de toros, hubo en Lima un temblor recio que arruinó muchos edificios.

El reputado escritor D. Ismael Portal, relata de la manera siguiente lo ocurrido con este temblor:

"Todos sabemos que en aquella fecha no existía la Plaza de Acho, construída más tarde por el Virrey Don Manuel de Amat(1766). Pero se daban corridas de toros en la de armas, cerrando las esquinas y alzando tabladillos".

"Eran las once de la mañana del citado 27 de Noviembre de 1630, cuando se hallaban encerrando elganado que debía lidiarse aquella tarde en la Plaza de Armas, para lo que todo se encontraba convenientemente dispuesto".

"En esos precisos momentos comienza la tierra a temblar, y, desde luego, los encerradores a correr. Quedáronse, pues, los veinte soberbios toros que entonces constituían una corrida, en completa libertad para tomar, como tomaron, las improvisadas puertas y echarse a tirar cornadas y revuelcos a su regalado gusto".

"Los edificios se desplomaban y los bichos, espantados, hacían su agosto por todas partes".

"El señor Virrey Conde de Chinchón, lo mismo que el Reverendísimo Arzobispo Arias de Ugarte, salieron de sus respectivos palacios, y como éstos se hallaban y se hallan, en la misma Plaza, diéronse tales señorones con el espectáculo taurino en lo más culminante. El Conde huyó asorado, pero el Arzobispo, digno hijo de don Hernando Arias Torero, quedó airoso en la demanda, haciéndose respetar de los furiosos bichos, mediante algunos lances ejecutados con arte y sereno valor".

1650 - El 31 de Marzo, a las 2 de la tarde, experimentó la ciudad de Cusco un terremoto que duró un cuarto de hora y la arruinó. Se sintió también en Lima, a la misma hora, este terremoto que igualmente la arruinó, repitiéndose de día o de noche, por varios días, ligeros temblores; y las gentes todas hicieron sus últimas disposiciones convencidas de que no iba a quedar un solo mortal en la comarca. Pero como se dijo luego que eran voces que lanzaban los escribanos para cobrar testamentos, la calma volvió pronto.

1655 - El 13 de Noviembre, a las 2.45 de la tarde, hubo en Lima un gran temblor de mucho ruido y sacudida, que derribó no

pocos edificios y arruinó el del Seminario Conciliar de Santo Toribio. Sintióse la conmoción por cien leguas de costa de N. a S., y por cincuenta de E. a O., abriéndose dos profundas grietas en la Plaza Mayor de la Ciudad y en el Colegio de Nuestra Señora de Guadalupe, de la Orden franciscana, y quedó en escombros la iglesia de la Compañía de Jesús del Callao, que era de cal y canto.

1678 - El 17 de Junio, a las 7.45 de la noche, fuerte temblor en Lima. El virrey, pasado éste, recorrió toda la población, y el arzobispo Liñán predicó inmediatamente al pueblo en la Plaza Mayor.

Don Baltasar de la Cueva, al dar cuenta de este terremoto, dice: "A las siete y tres cuartos de la noche, viernes, después de la octava de Corpus, hubo en esta ciudad un terremoto o temblor de tierra tan grande, espantoso y horrible, cual todos experimentamos con harto pavor y susto, de que en su duración y fortaleza de remezones parecía quería Nuestro Señor, por nuestros pecados arruinarla y acabar con las vidas de sus habitantes; pero al paso que con una mano amenazó el castigo de su divina justicia, irritada por nuestras graves culpas, reconocimos que con la otra de misericordia detenía la ejecución, dando tiempo para la enmienda y penitencia".

El excelentísimo de la Cueva dispuso enseguida que los alarifes indicaran a cuánto ascendería el valor de las reparaciones y reconstrucciones de los edificios públicos, conventos y casas particulares de la ciudad, y aquellos informaron que "a más de tres millones de pesos".

A poco de éso, veíanse por todas partes, dice Cueva, "muchos perniquebrados y heridos, dándose a los difuntos de Lima, por ser muy pobres, sepultura de mi orden". Y se sacó en procesión el cuerpo de Santa Rosa de Lima, diez años antes canonizada, en urna de cristal y oro sobre andas bien adornadas y que cargaron el Virrey, el Arzobispo, los ministros, alcaldes y regidores, desde Santo Domingo hasta la iglesia de la Soledad, en la que se hizo solemne novenario.

1687 - El 20 de Octubre, a las 4.30 a.m., y luego a las 6.30,

dos fuertes temblores que ocasionaron la pérdida de algunas vidas y que derribaron los templos y la mayor parte de las casas. En Lima, el fuerte terremoto de este día, entre 4.15 y 4.30 de la mañana, duró tanto, que algunos de los novicios jesuítas rezaron juntos, a grito pausado, la mayor parte de la letanía lauretana. Perecieron en la ciudad con ambos terremotos, cerca de cien personas. En el puerto y presidio del Callao y en otros lugares a donde alcanzó la conmoción, pasaron de quinientas las víctimas. El cronista agustino Teodoro Vásquez y el P. Buendía, las hacen subir a seiscientas. Se sintieron los estragos en Chancay, Cañete y Pisco, siendo este puerto destruído por el mar que salió de sus límites y lo inundó, lo mismo que al Callao. En Lima cayeron por tierra muchos templos y el palacio de Gobierno. Estuvo en riesgo inminente de perecer en el Callao el virrey arzobispo Liñán y Cisneros. Los temblores se repitieron hasta el 2 de Diciembre en que sobrevino un copioso aguacero que derrumbó algunos edificios ya muy maltratados.

El 10 de Noviembre de este mismo año 1687 ocurrió otro terremoto acerca del cual se imprimió en esta capital, en la imprenta de Juan de Contreras: "Relación del terremoto que sucedió en Lima, a 10 de Noviembre de 1687".

1699 - El 14 de Julio, a las 4 de la mañana, fuerte temblor en Lima, que derribó algunas casas.

1743 - El jueves 4 de Mayo, terremoto grande en Lima, a la 1.15 p.m.

1746 - El 28 de Octubre de este año, a las 10.30 de la noche, cuatro días antes de la oposición de la Luna, que fué el 1° de Noviembre a las 5.14 de la mañana, se sintió en Lima un temblor de tierra muy violento, con movimiento NO., y duración de tres a cuatro minutos. De las tres mil casas que había en la ciudad, en ciento cincuenta manzanas, sólo veinticinco quedaron en pié, y murieron de pronto 1.141 personas, según el relato oficial, las que otros hacen subir a más, sin duda en los días posteriores y por los efectos del suceso. Sesenta mil habitantes se asignaban entonces a Lima. Se arruinó la Catedral, las iglesias de los Agustinos, mercederios, dominicos, franciscanos y jesuítas y otros de los 64 templos que en ella había, incluso las capillas públicas. Cayó el gran arco que estaba a la entrada del puente de piedra, coronado por la estatua ecuestre de Fe-

lipe V, cuya muerte se ignoraba todavía en el Perú. Murieron más de 3.000 mulas y caballos aplastados por los escombros, inficcianando la atmósfera.

A la misma hora (10.30), se sintió el terremoto en el Callao, destruyendo edificios y parte de las murallas. Media hora después se embraveció el mar, se elevó a enorme altura y con horrible estruendo se precipitó por dos veces sobre la tierra que inundó y barrió, arrojando a la playa o en el sitio en que estuvo la ciudad, cuatro navíos de mayor porte: el de guerra San Fermín, el Socorro, el San Antonio y el Michelet. Se fueron a pique 19 embarcaciones que había en el puerto, entre grandes y pequeñas y que perdieron sus anclas. Murieron en el Callao de 5 a 7.000 habitantes, y salvaron apenas 200 ó menos, sobre un trozo de muralla al E. y sobre la vecina isla de San Lorenzo, donde estaba el presidio. Hubo exhalaciones ígneas en el Callao noches antes de la catástrofe.

Siguieron los temblores casi incesantes, pues en veinticuatro horas hasta las 10.30 del sábado 29, se sintieron cerca de 200. Hubo 430 hasta el 16 de Febrero de 1747 en 112 días, en esta forma: en los cuatro días de Octubre 220; en Noviembre 113; en Diciembre 40; en Enero 33 y en Febrero 24, lo que manifiesta que iba calmándose poco a poco la agitación de la tierra. Hasta el 28 de Octubre del año 47, es decir durante el año, afirma Llano y Zapata, que llegaron los temblores a 568 en el Perú, decreciendo su intensidad gradualmente.

Muchos vecinos permanecieron por el miedo en las calles, plazas o en el campo. Se guarecían bajo toldos o carpas y sufrían la intemperie temiendo nuevas irrupciones del mar.

Las ruinas se extendieron a Cañete, Chancay y Huaura hasta 24 leguas al NNO. del Callao, y sufriendo los valles de Barranca y Pativilca. En Santa se fué a pique, por la braveza del mar, a causa del temblor, el buque Concepción.

En dirección de O. a E. hizo el terremoto grandes estragos. En la quebrada mineral del río Viseca, de la provincia de Lucanas, se abrió la tierra y salieron sabandijas; reventando también un volcán de agua caliente que lo inundó todo. En la quebrada de

Totopo, a once leguas de Pativilca, se partieron dos cerros que llaman Julcán, y pasó lo mismo en Huailas. En las Misiones de Cajamarquilla de los Franciscanos, en Pátaz, reventaron dos volcanes de cieno y lodo. En el cerro de la Sal se destruyó la fortaleza que había, y cayeron de raíz muchos árboles obstruyendo la entrada y camino a esa montaña.

Las pérdidas del Callao, en fábricas, buques, mercaderías, alhajas y menaje de las casas, se calculó entonces en 300 millones de pesos. Sólo la muralla que hizo el virrey Mancera costó 876.000 pesos.

El virrey don José Manso de Velasco desplegó gran actividad y acierto en sus medidas, lo que le valió el título de Conde de Superunda, que le otorgó el monarca español.

Murieron en Lima, después del terremoto, más de dos mil personas por la epidemia de tabardillo, dolores pleuríticos, profluvios de vientre y hepáticos, enfermedades que también se experimentaron después del gran temblor de 1687, habiéndose notado en otros países, en caso idéntico, la misma plaga.

1806 - El 1º de Diciembre, de 6 a 6.30 de la tarde, fuerte temblor en Lima que duró de uno y medio a dos minutos. Vino del Norte y su movimiento ondulatorio hizo oscilar las torres de los templos de la ciudad por mucho tiempo y estropeó algunos edificios. A las 8 de la noche salió el mar de sus límites en el Callao. A las 9.30 que se repitió el fenómeno con más violencia, subiendo la marca 18 piés y a las 10 quedó el mar tranquilo. Con la braveza el mar desamarró los buques y arrastró cuanto había en la playa, levantando un ancla de 30 quintales por encima de la casa del capitán del puerto para echarla a una laguna. Causó averías a algunos buques y pérdidas en la playa a los comerciantes que tenían en ella mercaderías.

1828 - El 30 de Marzo, domingo de Ramos, a las 7.35 de la mañana, terremoto en Lima, el mayor que se había experimentado desde el año 1746. Duró un minuto y diez segundos y su dirección fue de E. a O. Hizo grandes daños en los edificios y se calcularon las pérdidas en seis millones de pesos. Hubo como 30 muertos, fuera de contusos. Sufrieron mucho el Callao, Chorrillos,

y Chancay; y en Huarochirí el pueblo de San Jerónimo, cuyas casas, del declive del cerro en que estaban, rodaron al fondo de la quebrada. Continuaron los temblores ligeros con más o menos ruido, siendo el más sensible el de la madrugada del 5 de Abril. El temblor del 30 se sintió ligeramente en Arequipa.

1860 - Desde el 21 al 23 de Abril hubo varios temblores en Lima, revistiendo carácter muy fuerte el del día 22, a eso de las 2 de la tarde, que duró cerca de un minuto. Sufrieron graves daños los edificios de la ciudad, y algo los de Miraflores y Chorrillos, experimentándose algunas desgracias personales. El día siguiente, 23, durante toda la noche se sintieron oscilaciones en la tierra. En la madrugada se anunció un pequeño temblor, y a las 6 sobrevino uno tan fuerte y de tanta duración como el de la víspera. La capital se alarmó entonces. Corrió el rumor de que en la bahía del Callao el mar se retiraba, y muchas familias abandonaron ese puerto para venir a Lima. La alarma cundió luego aquí y durante parte del día estuvieron cerradas todas las tiendas. El 24 muchas familias de Lima pernoctaron en la alameda, en campo raso. A las 10 de la noche se sintió un nuevo temblor. El 26 continuaron los ruidos subterráneos, y durante la noche y la mañana siguiente se sintieron leves temblores.

1868 - El 13 de Agosto hubo en Lima un terremoto "quizá el mayor que se ha verificado en el Perú desde su conquista, y aunque hizo menos víctimas que el de 1746, causó más estragos y se extendió a mayor porción de territorio. Lima, Callao, Ica, islas Chincha, Nasca, Arequipa, Moquegua, Ilo, Arica, Iquique, Chanavaya y otros puntos fueron el teatro de su furor, alcanzando su acción devastadora a otras regiones del continente americano."

"En Lima, a las 4.46 p.m. fue el temblor muy fuerte y se repitió después a la hora; duró más de un minuto y medio y no hubo pérdida de vidas ni destrucción de edificios".

"En el Callao duró el temblor como cuatro minutos. Hora y media después hubo un nuevo sacudimiento y a las 6.30 otro remezón poco sensible. El mar, agitado desde la hora del temblor, continuó así hasta las 10.30 de la noche, y a las 11 sobrevino un oleaje que inundó el muelle, lo que se repitió a las 12.30. Los bu-

ques de guerra nacionales encendieron sus hornillas y se pusieron en franquía. Sufrieron también algunos mercantes y el "Powhatan", vapor americano de guerra: yéndose a pique en la Dársena algunas embarcaciones menores y quedando otras al garete. El día 14 siguió el mar muy picado."

"En las islas de Chincha se sintió la conmoción y el mar destruyó la mitad del muelle, cegándose los pozos de agua de Paracas, resultando tres buques averiados y pérdida de 33 lanchas de las destinadas al servicio del carguío de guano."

"A las 4 y 20 tantos minutos de la tarde se sintió un recio temblor en Arequipa con movimiento oscilatorio de E. a O. y ruido considerable. Momentos después hubo otra conmoción mayor y estrépito. El cielo se oscureció, oíanse detonaciones espantosas y el ruido que al caer hacían los edificios. El sacudimiento continuaba, variando la dirección, siendo a veces oscilatorio y otras trepidatorio. Antes de los seis minutos cesó la concusión y comenzó a disiparse la densa nube de polvo. Cayeron los portales de la plaza de la ciudad, todas las torres de las iglesias, excepto la de Santa Catalina, el templo de San Agustín, los altos del Colegio de la Independencia Americana, etc. Se abrieron grietas en los cerros de la Calera, inmediatos a los baños de Yura; se desprendieron peñascos enormes del Chachani y otros montes; y continuaron los temblores por algunos días, en medio del terror y de la consternación del pueblo. Murieron sólo diez personas, a pesar de que la población de Arequipa era como de 26.000 habitantes."

"En Islay el temblor duró de 7 a 8 minutos y se levantó el mar a 35 piés sobre su nivel ordinario. Chala fué inundado y murieron allí como 30 personas."

"En Moquegua, se sintió el temblor a las 4.45 p.m.; duró 8 minutos y murieron 150 personas; hubo después un fuerte viento. La ciudad quedó en escombros por este terremoto, no habiendo experimentado ninguna ruina desde 1725."

"El puerto de Ilo, que dista 60 millas marinas más o menos de Islay y 80 de Arica, fue destruído; el mar se retiró dejando el fondeadero en seco y dos buques, los que la marea arrojó luego

a la playa. Ilo volvió a sufrir mucho el 7 de Mayo de 1877.

"En Tacna fue el temblor a las 5.6 p.m. Hubo primero un sacudimiento vertical, de abajo a arriba, y luego otro ondulatorio que impedía tenerse en pié, y duró 7 minutos. A los pocos segundos se experimentó otro remezón más fuerte y más largo y que también impedía estar en pié. Siguió un movimiento suave ondulatorio que duró hasta las 11 de la noche, y que se repetía con intervalos cada vez más largos, de 5 en 5 y de 10 en 10 minutos, y después cada cuarto de hora. Durante el terremoto el cielo estaba nublado, hubo calma completa y una temperatura de 16° Centígrados. Cayeron de 50 a 60 casas; murieron 3 individuos y resultaron algunos contusos. Hasta el día 16 tuvieron allí lugar más de 64 movimientos o ruidos sordos. El mismo 13, a las 8 de la noche, se vió en el cielo de NE. a NO. una faja luminosa angosta, de color rojizo, que se extendió hasta cubrir el horizonte, en ese sentido, en toda la calle del Comercio; pocos segundos después cesó el fenómeno para renovarse con luz menos intensa; y también el día 15 a las 11.40 a.m."

"En Sama y Locumba se perdió gran parte de las cosechas, y la tierra se abrió a trechos en hondas grietas que vomitaban agua cenagosa".

"El valle de Lluta quedó asolado y sufrieron mucho Palca, Pachía, Pocollay, Tarata y otros villorrios cercanos".

"En Arica, a las 5.15 p.m. principió un suave movimiento ondulatorio de O. a E. que fue ascendiendo gradual y paulatinamente, durando 8 minutos. Hubo cuatro sacudidas verticales de trepidación y la tierra parecía que saltaba. A las 5.37 se desbordó el mar, cuyas olas enarboladas parecían torres o montañas. La gente huyó hasta la falda del Morro, cosa de 600 metros; y el agua que avanzaba a razón de 5 y media millas por hora, llegó a la altura de 12 metros a las 5.51 minutos, arrasando cuanto encontró a su paso, y llevándose al fondo del mar mercaderías, casas, muebles. Principió la vaciante a las 6.17, quedando dicho fondo descubierto hasta más afuera del fondeadero, entre 600 y 900 metros de la orilla, y variando la profundidad de 12 a 18 metros. Este flujo y reflujo duró 40 minutos y hubo correntadas circulares por la forma de la costa del N., por el Morro y por la isla del Alacrán.

A las 6.30 se verificó un nuevo avance del mar, cuyas olas alcanzaron a 16 metros de altura, con una velocidad de 9 y media millas por hora. A las 6.43 llegaron las aguas al máximum y volvieron a retroceder. A las 6.56 fue la vaciante. La tercera ola que invadió la tierra fue entre 7.5 y 7.10, con velocidad de 10 y media millas por hora. Esta ola varó la "América", corbeta nacional de guerra, de 1.550 toneladas, con 12 cañones de a 70, y construída de 1864 a 1865; y el "Wateree" de los Estados Unidos. Fueron arrojados al NO., a 300 metros de la playa, tierra adentro, y también otros buques y embarcaciones menores. En Arica pasaron de 300 las víctimas. En la "América" perecieron de 26 a 30 individuos cuando fué varada, en momentos de calentar su máquina. En el "Wateree" sólo murió uno, y en el pontón "Freedonia" casi todos sus tripulantes. A pesar de la mucha oscuridad, creyóse percibir, después de las 7. tres oleajes más de mavor a menor fuerza. Se notó que transcurrieron 26 minutos entre el máximum de altura de cada oleaje y la vaciante inmediata".

"En Iquique, que está a 106 millas marinas de Arica, se sintió con violencia el temblor. El mar destruyó gran parte de las casas que eran de madera. Murieron como cien personas y quedaron en ruinas las salitreras. La isla del Alacrán fue de pronto sumergida".

"El mar arrasó gran parte del puerto de Pisagua".

"La caleta Peruana de Meillones fue completamente barrida por el mar".

"Ica sufrió ruina en los edificios, lo mismo que la villa de Nazca y Chíncha. Menos daños que los lugares indicados experimentaron Chancay, Huacho, Supe, Huarney y Casma".

"Se dice que el temblor duró en Torata 12 minutos y que del 13 al 15 hubo allí como 60 temblores".

"El cataclismo de que se trata parece haber tenido por centro a Arica, cuyo puerto queda a los 18° 28' 35" lat. S. y 70° 20' Long. W. de París, distando de Islay 137 millas y 587 del Callao".

"La onda sísmica se propagó por el N. hasta Samanco (9° 15' 30" lat.) y por el S. hasta Valdivia (31° lat.); no sintiéndose

este temblor en Valparaíso, ni tampoco el 9 de mayo de 1877".

"La agitación del Océano llegó por el N. hasta San Pedro de California, el archipiélago de Hawai y Yokohama en el Japón; por el O. hasta Filipinas, Sidney y Tasmania; por el S. hasta Pigeon Bay (Nueva Zelanda), islas Chatam (43° 30' lat.) y el archipiélago del Chiloé - (Fuchs: "Les volcans et les tremblements de terre").

Dicha onda sísmica, según cálculo de Raimondi, recorrió de 316 a 442 millas marinas por hora, constando cada milla de 1852 metros. La extensión del temblor fue de 1670 millas de latitud, por 600 de longitud.

1877 - El 9 de mayo hubo en el Callao, desde las 9 p.m., fuerte marea, y a las 4 de la mañana un golpe impetuoso de mar que causó averías en el muelle, en la Dársena y en algunas mercaderías, calculándose las pérdidas en medio millón de soles. Estos fenómenos fueron debidos, indudablemente, a la recia sacudida que este mismo día, a las 8.28 p.m. hubo en Arequipa, la que empezó de un modo suave y lento con ligero ruido. A los 50 segundos creció en intensidad, llegando al concluir al máximum de fuerza. El movimiento fue ondulatorio y uniformemente acelerado. La dirección pareció de SO. a NE., y la duración de dos minutos, veinte segundos, que Rey y Basadre dice fue de 5 a 6 minutos, en su "Contribución al estudio de la Geología de la Costa del Perú". El mar llegó a 16 metros de altura. Al temblor precedió y siguió una fuerte nevada, sintiéndose remezones hasta el día 14, los que se extendieron desde Mollendo hasta Concepción (Chile), y con fuerza hasta Antofagasta. Según Flammarión, la poderosa ola engendrada por este temblor se extendió por todo el Pacífico hasta la isla de Sandwich, Nueva Zelanda y Australia; como la del terremoto del 13 de agosto de 1868, llegó hasta Yokohama (Japón).

1897 - El lunes 20 de Setiembre, a las 11.25 de la mañana, hubo un recio temblor en Lima y el Callao, con dos remezones fortísimos y con oscilación como de diez segundos de N. a S. En Matucana se sintió antes, a las 11.20 y hubo gran daño en el pueblo y derrumbe en los cerros próximos, lo que hace presumir que este lugar fuera el foco o epicentro del temblor que duró allí de 10 a

15 segundos. La zona sísmica fue entre $10^{\circ} 40'$ y $13^{\circ} 42'$ de lat. y $78^{\circ} 45'$ long. W. de París, a partir de Matucana, sin fijar el límite en el mar por falta de observación; o sea 2° de largo sobre 1° de ancho; sintiéndose en Chorrillos, Barranco y demás lugares vecinos a la capital, como también en Ancón, Huacho, Barranca, Mala, Cañete, Chincha, Tambo de Mora, Pisco y sitios intermedios de la indicada zona, desde un poco más al N. de Ancón hasta un poco más al S. de Pisco. En Lima causó bastantes averías en los edificios, y más en el Callao, donde tuvo gran intensidad el fenómeno.

1904 - El 4 de Marzo, a las 5.15 de la mañana, se sintió en Lima un fuerte temblor de 50 segundos de duración. Recorrió de S. a N. una extensión aproximada de 897 kilómetros, y de Lima hacia el E., 300 kilómetros hasta Puerto Bermúdez. Aún cuando no fue perceptible en Arequipa, el sismógrafo del Observatorio del Carmen Alto, marcó a la misma hora más o menos una perturbación. Ocasionó muchos daños en Chorrillos. Allí, como en Lima, después de un ruido sordo prolongado, hubo tres sacudimientos y al fin un movimiento trepidatorio que de continuar por más tiempo habría destruido los edificios. Este ha sido tal vez el más fuerte temblor experimentado por la actual generación. Abarcó una extensa zona según se comprobó con los numerosos telegramas que se recibieron de las siguientes partes: Talara, Aija, Casma, Trujillo, Huacho, Pativilca, Chancay, Supe, Huarney, Callao, Recuay, Yungay, Caraz, Corongo, Pisco, Ica, Cerro de Pasco, Huánuco, Ambo, Palca, Ayacucho, Eten, Tarma, Pacasmayo, San Pedro, Santa Matucana, Oroya, La Merced, San Ramón.

El ingeniero señor Eulogio Delgado, presidente que fue de la Sociedad Geográfica de Lima, en su interesante trabajo: "Ligeros apuntes sobre construcciones en países sujetos a temblores", dice que "el temblor del 4 de Marzo de 1904, causó algunos desperfectos en la ciudad y sus alrededores. Muchas han sido las paredes cuarteadas y muy pocas las derribadas. Entre estos desperfectos haremos notar las torres de la Catedral que han sido agrietadas. De las tres estatuas de la coronación de la fachada, una fue derribada hacia atrás sobre el techo de la nave principal, perforándolo; dos del costado Sur fueron arrojadas sobre el a-

trio. Los jarrones, adornos de las fachadas de algunas casas, giraron sobre sus bases y aunque se rompieron cerca de la base no cayeron. Muchas fueron las cornisas de yeso que se derribaron, entre ellas una parte de las de la Catedral, San Carlos, etc. Todas las puertas y ventanas que se hallaban tapadas e invisibles, se revelaron agrietándose el perímetro. El enlucido de la parte alta de los muros de la Penitenciaría se desprendió descubriendo la pared de adobes sobre el muro de cal y ladrillo. Algunos trozos de estuco de la fachada de los altos se desprendieron. Varias cruces y una que otra linterna de las iglesias se derribaron".

Muchos otros edificios sufrieron algunos desperfectos, tanto en Lima como en el Callao y villas vecinas; hubo tres o cuatro muertos y algunos contusos. El pánico fue general.

En Matucana, donde el movimiento terrestre fue muy fuerte, ocasionó derrumbes en casi toda la extensión de la línea férrea, lo mismo que en el camino de herradura, e interrumpió el telégrafo. Muchas casas en esa población quedaron cuarteadas; hubo fuertes pérdidas, pero ninguna desgracia personal.

1932 - El 19 de enero de este año, a las 9.30 de la noche, fue sorprendida Lima por una sacudida terrestre tan fuerte acaso como la del 4 de Marzo de 1904. Este temblor trajo tres remezones, siendo el segundo de ellos tan violento que muchos objetos pequeños colocados en paredes o repisas cayeron al suelo, así como también algunas cornisas de varias casas; se rajaron algunas paredes; se apagó el alumbrado público súbitamente, paralizándose el tráfico, con lo que aumentó el pánico entre los habitantes de la capital que salieron apresuradamente a las calles implorando misericordia. Se vió a muchos hombres y mujeres de rodillas en medio de las calzadas, rezando, y dándose golpes de pecho y resultaron varias personas desmayadas o heridas. En la plaza San Martín donde se aglomeró mucha gente de las casas vecinas que huían del peligro, se sintió un ruido extraño, producido sin duda por algunos fragmentos de la cornisa que se desprendía del Hotel Bolívar y por la oscilación de las paredes altas de un edificio que hace esquina con la calle Boza. Del lado de la calle de Belén se escuchaban gritos de mujeres y chiquillos que habían abandonado sus casas para buscar

un refugio. En los barrios bajopontinos del distrito del Rímac, el temblor tuvo intensa repercusión; las calles se vieron súbitamente llenas de gente que iban a ponerse a salvo, dando gritos de invocación o de llamada a sus familiares. Parte del techo de la Iglesia de Santa Liberata, se cayó, y resultaron varias paredes cuarteadas; en la calle del Pejerrey se derrumbó la pared de una casa, pero sin ocasionar daños personales; en la de Monopinta se vino a tierra parte de la pared de una casa. En la calle de La Cruz se derrumbó otra pared; de la Facultad de Medicina se desprendieron más o menos diez metros de cornisa. En la comisaría del Cuartel 5° se cuartearon algunas paredes; varios faroles ornamentales de la Plaza del Estanco del Tabaco se rompieron. En muchas puertas de calle, plazuelas y Alameda de los Descalzos, se veía, después de pasado el temblor, a muchas personas que envueltas en frazadas se proponían pasar allí la noche, como efectivamente lo hicieron algunas, temerosas de una nueva sacudida. Aquí también se desprendieron algunas cornisas, sufriendo varias casas ligeras averías. En la Asistencia Pública de este distrito, fueron atendidas muchas personas de crisis nerviosa, golpes y heridas. En el Hospital Loaysa y en el Country Club se cayeron algunas lámparas eléctricas, sin causar felizmente daños. La Catedral, los templos de San Francisco, Jesús María, Santo Domingo, Santa Teresa y La Merced y otros, sufrieron pequeños daños, entre ellos el cuarteo de algunas paredes. Dos globos de luz de la Plaza de Armas se rompieron también. En muchos bares, cantinas y restaurantes, cayeron las botellas de licor que estaban en los estantes. En la calle Pasaje de la Encarnación, en el Panteón de los Próceres, en el jirón Abancay, en el Palacio Municipal, en el Paseo Colón, en las calles de Amargura, Recoleta, Quilca, Acequia Alta, Pilitricas, Orejuelas, Mata Siete, Naranjos, San Andrés, Milagro, Tigre, Fano y Pileta de la Trinidad, hubieron diversos desprendimientos de cornisas y rajaduras de las paredes.

En Miraflores, Barranco y Chorrillos, se sintió también el movimiento en forma alarmante. Muchas paredes quedaron cuarteadas y las cornisas de varias fachadas cayeron. En Miraflores

dos señoritas que se paseaban en la Alameda Pardo, fueron conducidas desmayadas a la botica de Turno. Algunas otras en distintos lugares de la población sufrieron igual accidente. En los vestíbulos y halls de ranchos particulares se rompieron muchos macetones y otros objetos de adorno. En el Barranco sufrieron daños de cierta consideración el edificio del mercado y varias casas de los barrios antiguos y apartados; algunos faroles de alumbrado público se rompieron. En varias encomenderías hubo rotura de vidrios y de los escaparates cayeron rompiéndose botellas de licor y otros objetos. Algunas paredes de residencias particulares se derrumbaron y otras quedaron rajadas. En Chorrillos se rompieron veinte bombas del alumbrado del Malecón; el local del Municipio sufrió daños de alguna consideración, agrietándose las paredes del salón de sesiones y del hall; en el local de la comisaría se rajaron varias paredes interiores; se desprendió también buena parte de la cornisa interior; en la Escuela Militar se quebraron muchas lunas de las mamparas; en las cantinas y casas de cena, cayeron asimismo de los andamios botellas y latas de conservas, rompiendo las lunas. En estos balnearios se apagó también la luz pública y privada y se interrumpió la comunicación telefónica.

En el Callao se sintió el temblor a las 9.32 p.m., tan fuerte como en esta capital, ocasionando igualmente algunos daños. Fueron dos según unos y tres según otros, los remezones que allí se sintieron, siendo el último el de más violencia, acompañado de un aterrador ruido. Los moradores salieron despavoridos a las calles y plazuelas, dando gritos y pidiendo misericordia. La interrupción del alumbrado duró allí hasta más de las 10.30 a causa de haberse caído un poste por efecto del sacudimiento en la esquina de Sáenz Peña y Gálvez, rompiendo los alambres eléctricos. Se desplomaron o cuartearon varias paredes en las calles Sáenz Peña, Apurímac y Ancash. El templo de Santa Rosa quedó en lamentable estado; en la casa parroquial se cimbraron las puertas; se hundió el techo de la Sacristía, y la fachada así como las paredes del interior del templo se cuartearon. Muchas personas sufrieron síncope y algunas resultaron heridas. No pocas, en La Punta, huyeron hacia el Callao, temerosas de que el mar se saliera. Numerosas familias

pasaron la noche en vela, temiendo la repetición del fenómeno. Este temblor que puede clasificarse en el grado VIII o tal vez IX de la escala de Rossi y Forel, se sintió también en Ica, Chíncha y Pisco, pero muy suave, no así en Huacho, donde fue fuerte y causó pánico. También aquí se cuartearon paredes y la gente se congregó en la plaza principal. En Cañete, Trujillo y Chiclayo fue suave. En Huarás fue muy recio, pero no causó daños personales ni materiales.

En los sismógrafos del Ministerio de Fomento, se registraron días antes del fuerte movimiento sísmico del 19, otros tres, el último a las 4.21 a.m. del día 19, con epicentro a 120 kilómetros de Lima. Según el señor Llona, director del servicio sismológico oficial, el foco estuvo a gran profundidad, pero debajo de Lima mismo. Las agujas del instrumento Wiechart saltaron; las palancas quedaron desconectadas y el reloj eléctrico se paralizó a las 21 h. 30 m. 37 s.

Lima, Enero de 1935.

CARLOS J. BACHMANN

ANEXO II
ANTECEDENTES SISMICOS
HISTORIA DE LOS SISMOS MAS NOTABLES
OCURRIDOS EN EL PERU (1513 - 1970)*

PROLOGO

La presente publicación actualiza la Historia Sísmica del Perú (1513-1960), que apareciera en el Vol. IV del Boletín Bibliográfico de Geofísica y Oceanografía Americanas. Parte Geofísica. México 1968. Además incorpora a su texto varios antiguos temblores no consignados en catálogos previos y amplía la descripción de algunos notables terremotos. El autor contribuye dando diversos datos de análisis hechos a la escala macrosísmica.

En la introducción pasa revista a los logros recientes de la sismología e inserta el mapa de liberación de energía sísmica para el Perú durante el período 1960-1970.

INTRODUCCION

Aspecto Histórico

La noticia de los terremotos que acaecieron en el antiguo Perú data prácticamente desde la conquista española; es el relato de los efectos por ellos causados, de las pérdidas de vidas, junto con otras observaciones. Lo dilatado y agreste del territorio, la escasa densidad de población, la falta de medios de comunicación, las preocupaciones de los conquistadores por su afianzamiento en estas nuevas tierras, sus luchas intestinas, todo ello unido a lo rudimentario de los conocimientos científicos de la época, no permitieron allegar mayor información ni confeccionar lo que hoy podríamos llamar un catálogo sísmico-geográfico. Los datos de que se dispone son incompletos y se encuentran esparcidos en diversas obras inéditas o poco conocidas, en las crónicas de los religiosos, o en las narraciones de los viaje-

*FUENTE: Geofísica Panamericana - Vol. 2 N° 1 - Enero 1973.

ros ilustres que visitaron esta parte del continente. El historiador don José Toribio Polo (1904), analizando todas esas fuentes y otras, estableció que se habían producido más de 2.500 temblores en territorio Peruano, desde la Conquista hasta fines del siglo XIX y advierte que por varias causas no se anotaron muchos sismos, en el período de 1600 a 1700.

Los daños materiales fueron cuantiosos debido a que las construcciones eran inadecuadas para resistir los violentos movimientos del suelo. Se construía aprovechando los materiales de cada región y de acuerdo con las condiciones climáticas, primando las construcciones de adobe y de quincha en la Costa, las de piedras en las regiones altas, como en Arequipa donde se construyó con sillar, un tufo volcánico fácil de manejar.

A mediados del Siglo XVII, Lima, principal metrópoli de la América del Sur, había desarrollado y adquirido una fisonomía peculiar; sus calles rectas, sus edificaciones de ladrillo y adobe con balconería de madera, y sus setenta templos y campanarios eran motivo de orgullo. El terremoto de 1687 destruyó toda esa magnificencia arquitectónica y aunque reconstruida por el Virrey don Melchor de Navarra y Rocafull, Duque de Palata, volvió a ser integralmente destruida por el gran sismo de 1746, que acompañado de un tsunami arrasó el puerto del Callao. Llano y Zapata (1748), pesimista, decía: "Se acabó lo que se había trabajado en doscientos once años, para construir magníficos templos y suntuosos edificios: pérdida tan grande que en otros dos siglos y doscientos millones, dudo con fundamento, puede ser tiempo bastante para su reedificación, ni cantidad suficiente para sus costos". El Virrey don Manso de Velasco, acometió con éxito la tarea de la reconstrucción según los planos del célebre cosmógrafo francés Luis Godín.

En ese período otras importantes ciudades del Perú fueron igualmente destruidas por formidables movimientos sísmicos: Arequipa lo fue sucesivamente en 1582, 1600 y 1784; la ciudad imperial del Cuzco en 1650; Trujillo en 1678 y 1725. Durante el siglo XIX sucedieron varios sismos: uno de los principales por su intensidad fue el de 1868, que devastó Arequipa, Tacna y Arica.

Este movimiento fue seguido de un tsunami que puso en conmoción a todo el Océano Pacífico, llegando a las alejadas playas del Japón, Nueva Zelandia y Australia. .

En el presente siglo notables fueron por la intensidad y estragos que causaron, los terremotos que afectaron a Piura y Huanca bamba (1912), Caravelí (1913), Chachapoyas (1928), Lima (1940), Nazca (1942), Quiches, Ancash (1946), Satipo (1947), Cuzco (1950), Tumbes (1953), Arequipa (1958 - 1960), Lima (1966), Chim bote y Callejón de Huaylas (1970). Véase el mapa N° 1 con la distribución de los sismos destructores en el Perú.

A través de toda la información de que se dispone y que cubre un período de más de cuatrocientos años, los sismos han dejado en el Perú un saldo trágico aproximado de ochenta mil muertos, decenas de millares de heridos y una destrucción material valuada en el orden de decenas de miles de millones de soles.

En el futuro es de esperar que los efectos de los sismos se reduzcan a un mínimo. Las construcciones de concreto armado y ladrillo están paulatinamente reemplazando a las de adobe en casi todas las principales ciudades del Perú, dejando de lado las ornamentaciones, a la vez que se contemplan códigos de construcción.

Después de la gran catástrofe de 1970, el Gobierno nombró una Comisión (CRYRZA) para que realizara estudios técnicos de toda la zona afectada como base de una labor planificadora del desarrollo regional urbano y de vivienda.

Fisiografía

El territorio Peruano, situado entre los cero y dieciocho grados de latitud Sur, se encuentra atravesado de NW a SE por varias cadenas de montañas que constituyen los Andes Peruanos, los que determinan tres unidades de caracteres geomorfológicos y climáticos disímiles: Costa, Sierra y Selva. La Costa, piedemonte pacífico, de topografía moderada, está constituída por los tablazos marinos, por planicies de relleno aluvial y serros bajos, caracterizados por un clima desértico. La Sierra, parte cordillerana de relieve accidentado con elevaciones a veces de

más de seis mil metros sobre el nivel del mar, presenta variedad de paisajes desde mesetas, altos conos volcánicos y derrame de lavas en el Sur, peniplanicies glaciáricas con su erosión característica al Norte y profundos valles de erosión tanto en el frente occidental andino como en el borde oriental; goza de un clima seco continental. La Selva forma parte de la cuenca amazónica y está compuesta de una zona boscosa alta y de una zona baja de topografía suave con clima cálido de fuerte pluviosidad. En el océano contrasta la ligera pendiente de la plataforma continental con su descenso abrupto a profundidades abismales.

Tectónica

A base del examen de la Carta Geológica del Perú, "de estudios propios y de otros", Debelmas y Trotterau (1964), presentan un esquema estructural de los Andes Peruanos en que toman como punto de partida la presencia de dos alineamientos de afloramiento paleozoico: uno de ellos muy continuo, situado al Este, corresponde a la Cordillera Real de Bolivia, a las Cordilleras Oriental, Central y Central del Norte del Perú, y el otro, situado al Oeste, queda reducido a los macizos costeros y hundido en su mayor parte bajo el mar, entre Paracas e Illescas. Entre esos ejes paleozoicos de evolución de tipo geoanticlinal, se desarrolla una cuenca sedimentaria de subsidencia compleja o zona eugeosinclinal, con numerosas intrusiones granodioríticas y abundante volcanismo. La zona volcánica de longitud variable (Cordillera Negra), corre a lo largo de la vertiente pacífica, ensanchándose en el Sur, donde aparecen numerosos volcanes cuaternarios. Al Este del eje paleozoico oriental se encuentra una cuenca de sedimentación o zona miogeosinclinal con cubierta tropical, de simple estilo tectónico y cuyos afloramientos son sedimentos de edad mesozoica, jurásica y terciaria. Las estructuras tectónicas de evolución tardía las constituyen las cuencas de hundimiento paralelas al rumbo de la Cordillera y los grandes accidentes transversales.

Geo-Historia

Los sucesos más importantes de la historia geológica (Jenks

1956), son en síntesis: una orogénesis laramidiana a principios o mitad del Senoniano que fue más fuerte en la Cordillera Occidental, donde un plegamiento intenso fue acompañado y seguido por el progresivo emplazamiento del batolito andino. El levantamiento, durante y después de la deformación, delineó por primera vez la presente posición de los Andes Occidentales. En el Eoceno, un fallamiento a bloques tuvo lugar en la faja costanera con hundimiento de un segmento en la Plataforma Continental entre Paracas e Illescas. Extenso volcanismo comenzó en el Mioceno y continuó con afallamiento asociado en toda la región.

Actividad Sísmica

Es manifestación de un tectonismo profundo la gran actividad sísmica que se desarrolla a lo largo del margen Pacífico y Oriental de la Cordillera de los Andes.

Las determinaciones epicentrales (USCGS, ISC), cuya cantidad aumenta a partir del Año Geofísico Internacional y cuya calidad mejora debido a la instalación de la red uniforme de sismógrafos VELA, permiten tener una mejor idea de la repartición de focos sísmicos en el territorio Peruano.

Como una regla a lo establecido por Gutenberg-Richter (1954), los focos superficiales bordean la región costera y el flanco occidental de la Cordillera entremezclándose con algunos focos de profundidad intermedia. Superpuestos algunas veces y preferentemente intermedio se los encuentra en el flanco oriental. Profusamente intermedios y mostrando su asociación con el volcanismo reciente, están presentes al Sur del Paralelo 16.

Los focos profundos se sitúan al Este de los Andes, cerca de la frontera con Brasil. Esta distribución vertical de hipocentros, hace postular un plano de falla que se encuentra inclinado bajo el lado continental: todo lo cual no constituye sino parte de las características que señalan esos autores para las estructuras arqueadas de tipo circunpacífico. Dentro de los arcos hay zonas falladas a bloques, relacionadas con terremotos de foco superficial, algunos destructivos en Perú.

Dentro del marco de la tectónica global (Isacks y Oliver, 1968), los fenómenos sísmicos son resultado de la interacción entre

bordes de grandes placas litosféricas que convergen junto a los márgenes continentales activos. A lo largo de la costa occidental de la América del Sur, entre el Ecuador y la Cordillera de Chile en el Pacífico, existe una zona de convergencia. Isacks (1970), a partir de los estudios del mecanismo focal de los terremotos superficiales postula que allí la placa de litósfera oceánica de Nazca, desciende bajo el continente sudamericano en una dirección ENE.

Liberación de Energía Sísmica

Gutenberg y Richter (1949), Benioff (1949) y Ritsema (1953) desarrollaron métodos para determinar la sismicidad de una región. Demostraron que el valor numérico de la liberación de tensión de un sismo era proporcional a $E^{1/2}$, donde E es la energía total en ergs. liberada en un terremoto. Richter (1958) indica que la energía está relacionada a la magnitud por las siguientes relaciones:

$$\text{Log } E = 11.4 + 1.5 M$$

$$\text{Log } E = 5.8 + 2.4 m$$

Donde M y m representan las magnitudes determinadas a base de las ondas de superficie y de las ondas voluminares.

Si esas relaciones son válidas para las diferentes regiones del globo, se las puede utilizar para cartografiar la sismicidad del Perú.

Ocola (1966), empleando el concepto de área-promedio de liberación de energía sísmica, analiza la distribución espacial de la actividad sísmica en Perú entre 1947-1963, y encuentra tres diferentes zonas sísmicas en el Manto Superior bajo los Andes Peruanos, que van desde el nivel superficial hasta el profundo de setecientos cincuenta kilómetros.

La fig. 2 representa la liberación de energía sísmica en el Perú durante el período 1960-1970. Se han utilizado las magnitudes determinadas por el USCGS. El valor de $E^{1/2}$ se ha sumado para cada cuadrado de medio grado de lado, expresándose la energía en unidades de 8×10^7 ergs., que corresponde a un sismo de $m = 5.0$.

En rasgos generales, queda delineada una zona costera donde la actividad sísmica es muy pronunciada y una zona interior de actividad menor. En la Costa, a la altura del paralelo 11° de Lat. Sur, los contornos de liberación de energía se alargan en una dirección Oeste-Este, que coincide con los rumbos NE de los planos nodales de falla determinados en los estudios de mecanismo focal de los terremotos del 17 y 24 de Setiembre de 1963 (Stauder y Bollinger, 1965), del terremoto de Octubre de 1966 (Isacks, 1971). Más al N. los contornos tienen una dirección Norte Sur que puede estar asociada con la solución NW del plano nodal.

Se trata de afallamientos en la parte superior del manto. Se necesita aún de mayor número de observaciones para su verificación.

Cronología y Características detalladas de los Sismos en el Perú durante el Lapso 1555 - 1970

Las crónicas antiguas dan cuenta de algunos terremotos que ocurrieron en el siglo XV, durante el Incanato. El Padre Murúa (1) recoge la tradición de que antes de la Dinastía del Inca Sinchi Roca, habían ocurrido fuertes temblores en el Cuzco y que en la época del Inca Túpac Yupanqui (1471-1493), un gran terremoto destruyó el primitivo asiento de la ciudad de Arequipa, en que perecieron todos sus habitantes y hubo erupción del volcán Misti. Por los años 1513 a 1515 (2), ocurrieron grandes sismos, acompañados de formidables deslizamientos de tierras. Por los habitantes indígenas de la Costa se supo que en la misma época el mar, con sus crecientes y menguantes, sobrepasó muchas veces la habitual línea de playa. Por enero de 1533, un recio temblor de tierra es advertido por Hernando Pizarro y su comitiva antes de que llegasen al Santuario de Pachacámac, situado al Sur de Lima.

1940 - 24 de Mayo, a las 11.35. La ciudad de Lima y poblaciones cercanas fueron sacudidas por un fortísimo temblor, cuya intensidad, apreciada por sus efectos sobre las construcciones urbanas, se aproximó al Grado VII-VIII M.M. Tuvo una vasta área de percepción, que comprendió casi todo el Perú, extendiéndose hasta el puerto de Guayaquil, Ecuador, al N. y el puerto de Arica,

Chile, al S. Ocasionó la destrucción de muchas edificaciones en Lima, Callao, Chorrillos, Barranco, Chancay y Lurín, efecto que se acentuó en las construcciones de fábricas antiguas y en las de estado semiruinoso. Sufrieron averías varios templos, entre ellos la Catedral y desperfectos algunos edificios modernos con esqueleto estructural. El sismo dejó un saldo de 179 muertos y 3.500 heridos, estimándose los daños materiales en unos 3.600.000 soles oro; las estadísticas oficiales consignaban que sufrieron daños un 38% de las viviendas de quincha; 23% de las casas de adobe; 20% de las casas de ladrillo; 9% de cemento y un 10% las casas construídas de diversos materiales. Se constató que en algunos lugares no sólo sufrieron las construcciones antiguas sino también las modernas, atribuyéndose este hecho a la constitución del terreno; el puerto del Callao, que sufrió ruina considerable, está edificado sobre terreno arenoso, saturado de agua, y el balneario de Chorrillos está situado en una zona próxima a barrancos de terreno aluvial incoherente. Las construcciones cercanas a los cerros que bordean el abanico fluvial del valle también fueron afectadas, entre ellas la nueva edificación de ladrillos de la Escuela de Agricultura, que sufrió daños de consideración.

En Chancay, a 60 km. al N. de Lima, según Valencia (1940): "los daños en las construcciones fueron comparables con los observados en Lima: las dos iglesias antiguas de ese puerto se derrumbaron y muchas construcciones de quincha en mal estado sufrieron la caída de paños enteros de tabiques. En Huacho, 130 km. al N. y en Lurín, 20 km. al Sur de Lima, los desperfectos fueron menores y comparables entre sí. En Chosica, 40 km. al Este, a pesar de su posición entre cerros y sobre terrenos aluviales de poco espesor, los daños fueron menos graves que los experimentados en la Capital y alrededores". Los efectos del sismo en los pueblos situados dentro del área epicentral, en las estribaciones de la Cordillera Occidental al N. de Lima, fueron marcados, tanto por la topografía como por la calidad y antigüedad de las construcciones: los situados en la parte alta del valle de Chancay sufrieron graves daños; el templo de Canchopilca con sus dos torres, se desplomó, quedando la población en ruinas. El pueblo de Huascoy, en las nacientes del río Huaura,

quedó casi destruído, lo mismo que el caserío de Jumilca. En Cajamarca desplomáronse varias casas. En todas las quebradas mencionadas y en la del río Rímac, a unos 100 a 200 km. al E. de Lima, se produjeron derrumbes de rocas y material deleznable. En la región de la Costa, el sismo fue moderadamente destructor hasta unos 250 km. al NW. como al SE. de la capital afectando las localidades de Barranca, Huarney, Cañete, Chíncha, y Pisco. A juicio de algunos observadores, el sismo fue fortísimo en Chancay y Paramonga, mientras que en la zona intermedia - Huacho y Barranca - fue menos intenso. Al SE. de Lima, causó algunos estragos en los pueblos cordilleranos de Yauyos y Huaitará.

Fue sentido en el puerto de Guayaquil, República del Ecuador, en la forma de un movimiento prolongado aunque no fuerte. En el NW. del Perú, en Paita y Piura, se estimaba una intensidad III-IV; más al S. en Trujillo de IV-V. En las poblaciones andinas de Chachapoyas, Cajamarca, Chota y Hualgayoc, se sintió fuertemente, mientras que en Moyobamba y Tarapoto, en el Nor Oriente, se percibió leve. Fuerte en las Sierras del Departamento de La Libertad, y ligero en Tayabamba, más al E.; y más intenso en las poblaciones del Callejón de Huaylas y en las del valle del Mantaro, en donde se agrietaron algunas paredes, especialmente en Huancayo; ligeramente advertido en los pueblos de Satipo, Oxapampa y otros, situados en las vertientes orientales de los Andes Centrales. Fuerte en Huancavelica, Pampas y Lircay. Sacudida no muy intensa, acompañada de un ruido sordo semejante a un zumbido, según Hoempler (comunicación verbal), en el pueblo de Santo Tomás, localizado en la Cordillera Central de los Andes de Sur. Con cierta intensidad en Cotahuasi, Cuzco y Puno. En Arequipa casi imperceptible para algunas personas, mientras que se lo sintió fuertemente en el puerto de Mollendo. Observaciones Instrumentales: se perdieron las inscripciones de las diversas fases, excepto la llegada de la onda P. en los Observatorios de Lima y Huancayo, a causa de la violencia y cercanía del sismo. El observatorio de La Paz, Bolivia, proporcionó datos de distancias en promedio de 1.100 km. tanto del terremoto como de las réplicas que siguieron. El

sismógrafo de fabricación local, confeccionado por el Ing. Fernando Romaña, componente N.S., masa de ocho kilos, amplificación 7 y períodos 8 segundos, ubicado en la Hacienda Chuca-rapi, cerca de Mollendo, registró nítidamente las diversas fases de este sismo, dando una distancia epicentral de 830 km., según Boletín M. de Fomento y O.P. (1940).

A base de las observaciones telesísmicas, el Laboratorio Sismológico de Pasadena, California, determinó una posición geográfica de $10\ 1/2^\circ$ Lt. S., Long. 77° W, Profundidad focal 50-60 km. Magnitud 8, horas de origen: 16: 3357 TMG. Según Richter (1943), la posición podía desplazarse medio grado al S., sin forzar los datos instrumentales, pero sin ser necesario en vista de:

- 1° - Al estar el área pleistosista situada cerca de la costa, la naturaleza del terreno podía haber amplificado aparentemente la intensidad.
- 2° - Con profundidad focal de 60 km., los efectos podían ser distorsionados por la diferencia en conductividad de las ondas en las capas más cercanas a la superficie.
- 3° - El epicentro instrumental correspondería al punto de fractura inicial; en un sismo magnitud 8, el fracturamiento bien podría haberse desarrollado a una considerable distancia de su punto de arranque; ahora, si el desplazamiento de falla fue dirigido hacia el S. y hacia la superficie, quedarían completamente explicados los efectos macrosísmicos.

ENRIQUE SILGADO F.

000021

