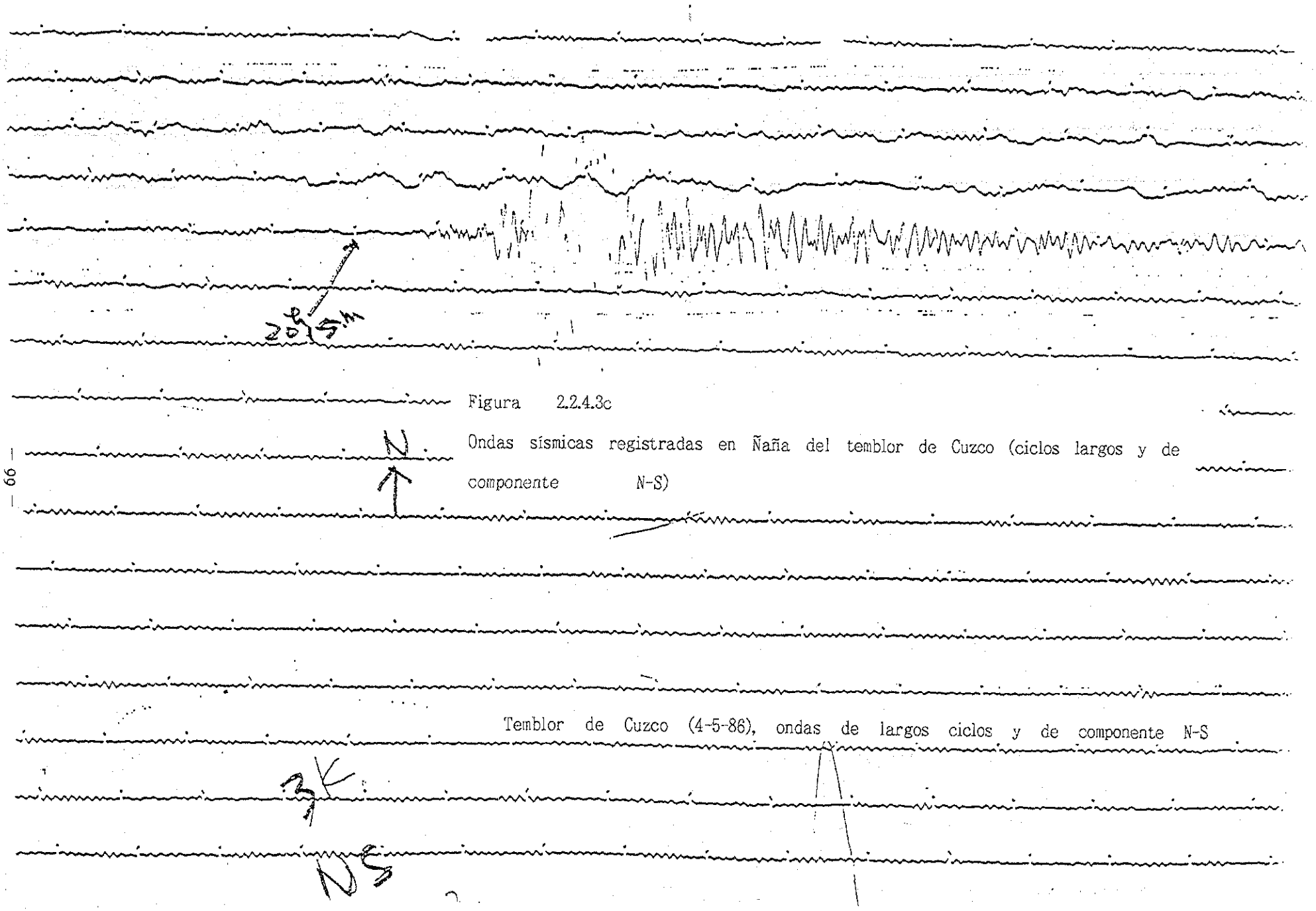


Figura 2.2.4.3c

Ondas sísmicas registradas en Ñaña del temblor de Cuzco (ciclos largos y de componente N-S)

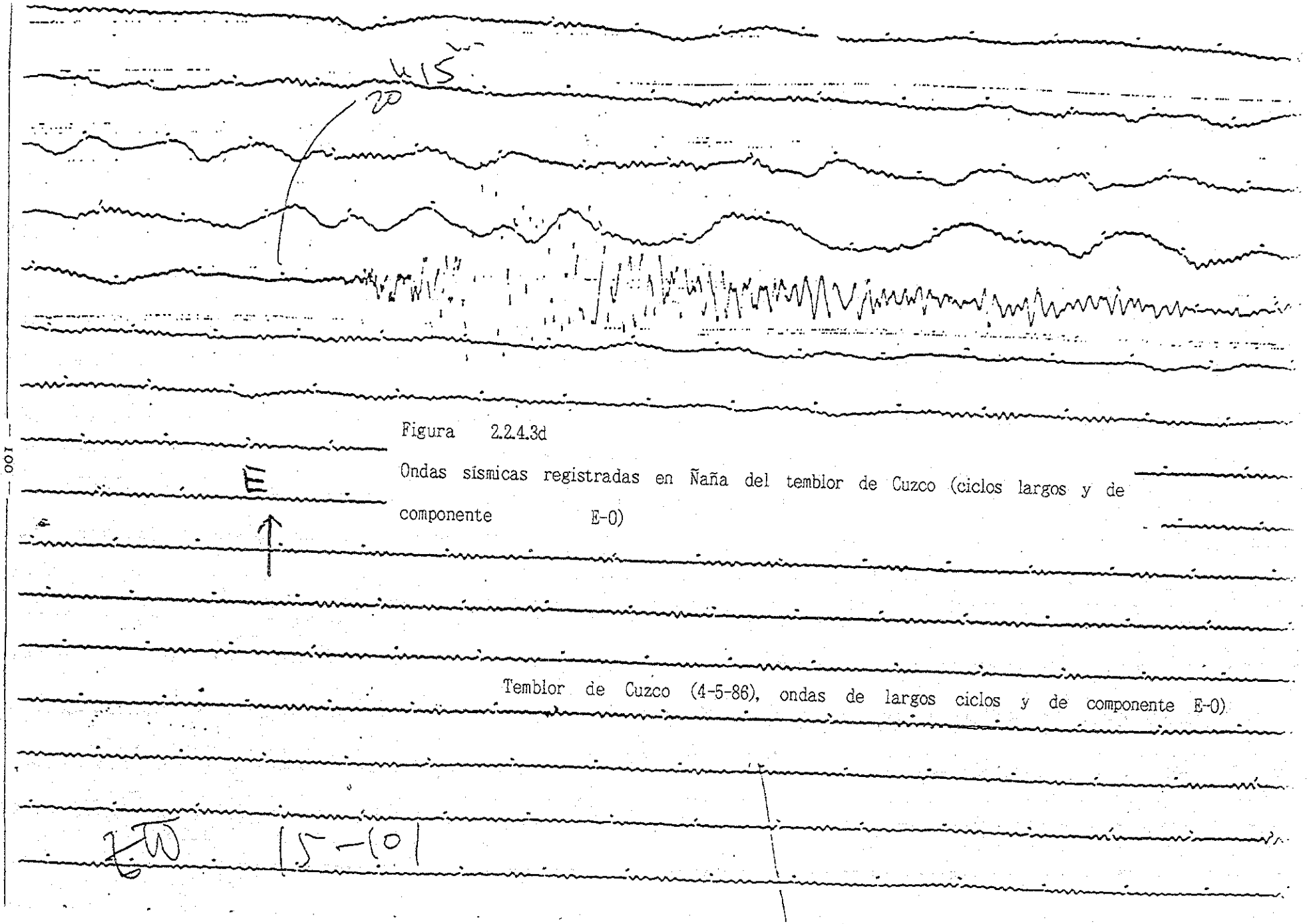


Figura 2.2.4.3d

Ondas sísmicas registradas en Ñaña del temblor de Cuzco (ciclos largos y de componente E-O)

Temblor de Cuzco (4-5-86), ondas de largos ciclos y de componente E-O)

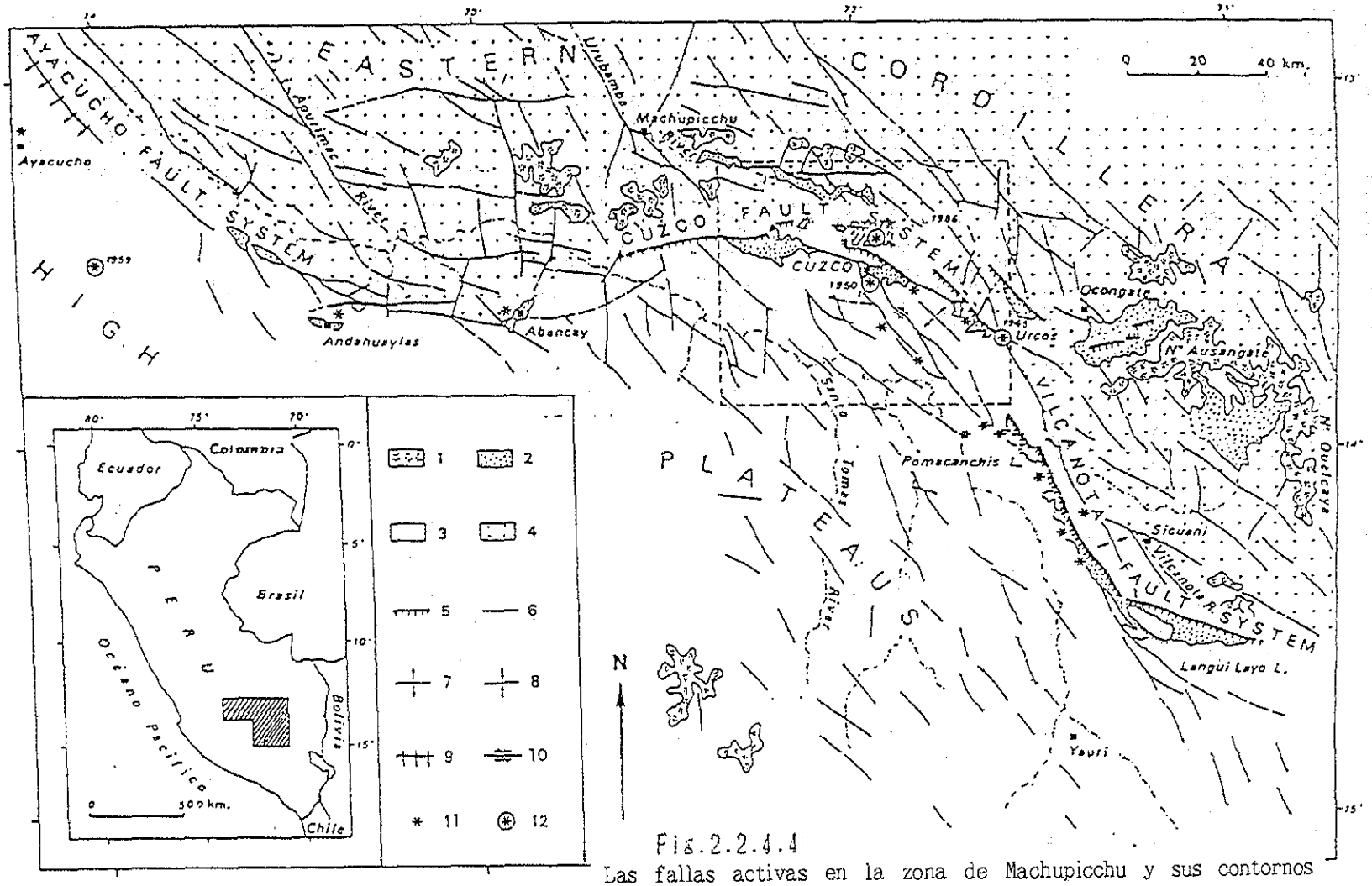


Fig.2.2.4.4
Las fallas activas en la zona de Machupicchu y sus contornos

Fig. 1. Structural sketch, drawn from satellite imagery and field observations, showing situation of the studied Chincheros-Qoricocha fault sector. 1, Ice caps; 2, Quaternary basins; 3, Mesozoic and Cenozoic formations of the High Plateaus; 4, Paleozoic rocks of the Eastern Cordillera; 5, Quaternary normal faults (hatchured on the side of the downthrown block); 6, Pre-Quaternary faults; 7, anticlines; 8, synclines; 9, flexures; 10, sinistral strike-slip faults; 11, villages destroyed by historical shallow earthquakes; 12, Epicenter, from USGS catalog and IGP data, of the May 21, 1950 (M=6.0), May 8, 1965 (M=4.3), April 5, 1986 (mb=5.3) earthquakes.

1.2.4.2 Características vibratorias de la base de las ruinas

La rama del pronóstico sísmico se desarrolló aceleradamente tanto en la teoría como en la práctica en los últimos años. El movimiento sísmico está determinado por① las características del hipocentro (tipo de destrucción de la roca madre por el sismo);② topografía del lugar de construcción y③ la naturaleza física (estructura subterránea) debajo de ese lugar.

Con el fin de conocer la estructura subterránea, hemos medido las pequeñas vibraciones permanentes tres puntos sobre la ladera base (Ver la Figura 2.2.4.5) mediante medidores instalados en CISMID. Las mediciones fueron ejecutadas sobre el afloramiento granítico en el interior de las estrucutras de especial valor arqueológico. En la Tabla 2.2.4.2 se indican las especificaciones de la observación.

TABLA 2.2.4.2 Especificaciones en los puntos de medición de vibraciones pequeñas permanentes

Sitio	Altura	Fecha	Hora	Tiempo(minuto)	Clima	Componente
①Plaza del Cóndor	Bajo	90/3/5	16:00	10	Despejado, sin viento	E W. (N S)
②Templo del Sol	Medio	90/3/3	17:10	15	Nublado, sin viento	E W. U D.
③Intihuatan	Alto	90/3/5	08:30	10	Despejado, sin viento	E W. U D. (N S)

Los resultados de la medición están indicadas en la Figura 2.2.4.6 a~d. Los componentes son del①~③, este-oeste, arriba-abajo, sur-norte respectivamente. (Normalmente se indican en orden de NS, EO, AA, mas debido a los problemas del amplificador utilizado , se escribe en esta orden). El sensor utilizado para la medición del componente norte-sur parece haber sufrido algún daño durante la transportación, por lo que la confiabilidad de los datos (especialimente su amplitud) puede ser dudosa. Por ejemplo, los componentes de norte-sur en los sitios① ó ③, están indicados en el

inferior de la Figura 2.2.4.6 a,c. Su amplitud llega a medir 5 veces mayor o más que el componente este-oeste (en el①, la manecilla sobrepasó la medida máxima). Se piensa que esto se debe a algún problema del amplificador o el sensor del movimiento de tierra. Por lo tanto, no se llegó a conocer la tendencia de vibración en los sitios de medición. Asimismo, en el sitio① se produjo problema de conexión entre medidores, lo que impidió realizar la medición del componente arriba-abajo.

En la Figura 2.2.4.6 b (Figura 2.2.4.6d) se puede ver los extraños resultado de la medición realizada en el Templo del Sol (②). Aparecen vibraciones de largo-período notables (aprox. de 5 seg.) en el componente este-oeste. La medición fue ejecutada, como indica la Tabla 2.2.4.2, cuando no hubo viento, y aún se desconoce la causa del fenómeno. Para comprobar si la causa de vibración fue por alguna otra fuente que no sea el viento, o si se trata de una característica vibratoria única en el sitio, se desea realizar mediciones en varios sitios al mismo tiempo. Ello permitirá obtener no solamente las vibraciones de largo período mencionadas anteriormente, sino también las respuestas vibratorias de alta precisión en el sitio de Machupicchu.

En la Figura 2.2.4.7 se indican los resultados del análisis de frecuencias registrados (para dicho análisis, hemos contado con la colaboración de Tokyo Soil Research, al que queremos agradecer en esta oportunidad). Las características de la vibración en los sitios① y③ son semejantes, con período peculiar de alrededor de 0,4 seg. (2,5 Hz). Mientras que en el sitio② también se observan comportamientos extraños; el período peculiar está en 0,25 seg. (4 Hz). Es necesario realizar un

análisis de las vibraciones peculiares de la roca granítica instrusiva en dicho sitio. Las diferencias del sitio ② con respecto a otros sitios son: 1) el② queda ubicado en la zona de fractura que atraviesa las ruinas de arriba hacia abajo, y 2) la roca granítica está excavada. Para el refuerzo de las estructuras que se encuentran en este sitio, recomendamos tener en cuenta estas diferencias.

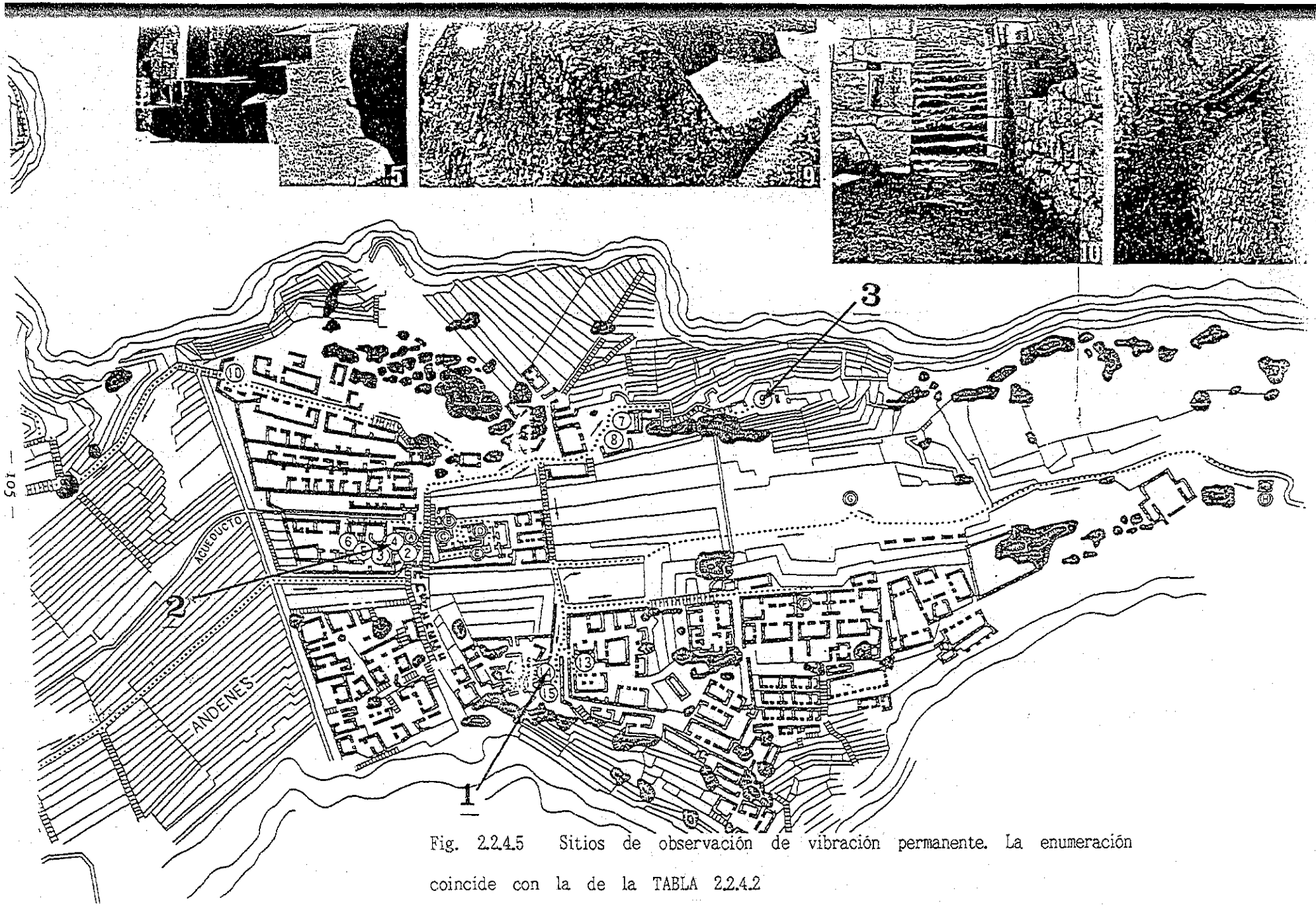


Fig. 2.2.4.5 Sitios de observación de vibración permanente. La enumeración coincide con la de la TABLA 2.2.4.2

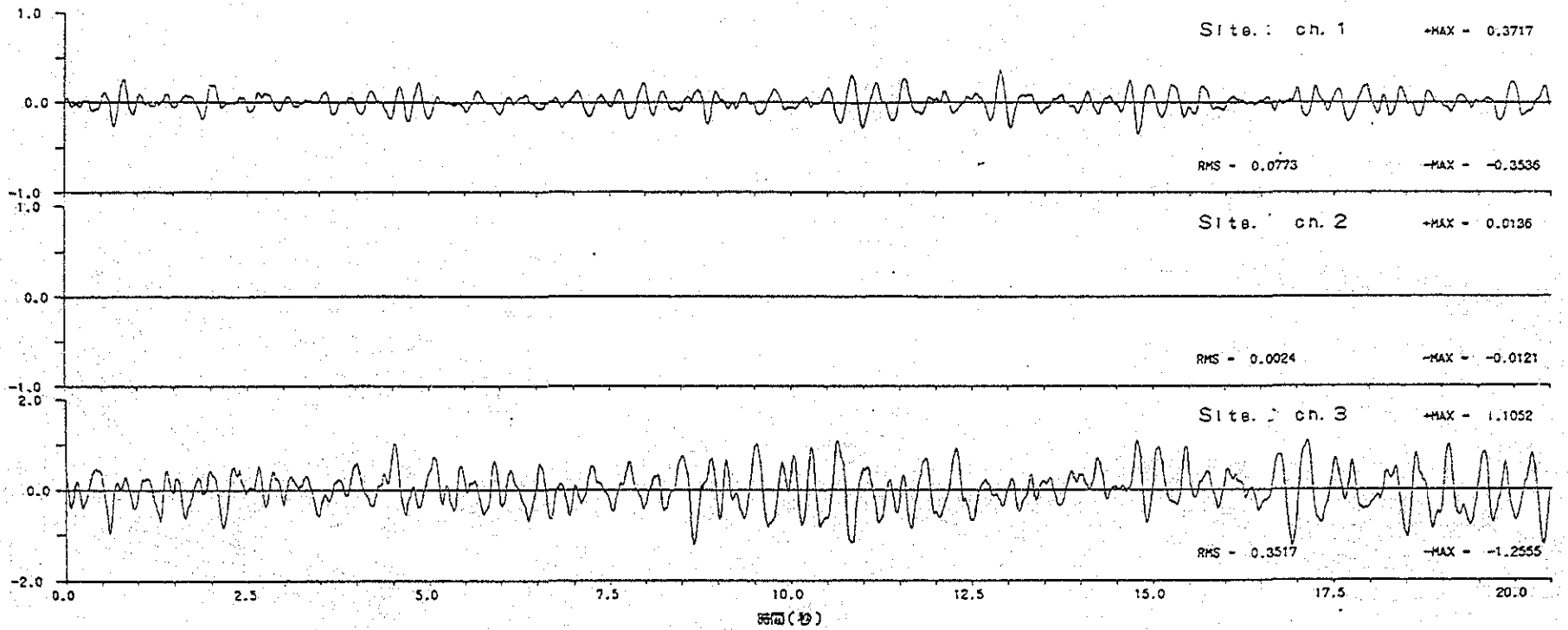


Fig. 2.2.4.6a

Vibración permanente registrada en el sitio①. (Desde arriba: componentes EO, AA (arriba abajo), NS. Tiempo de medición: 20 seg. aprox.)

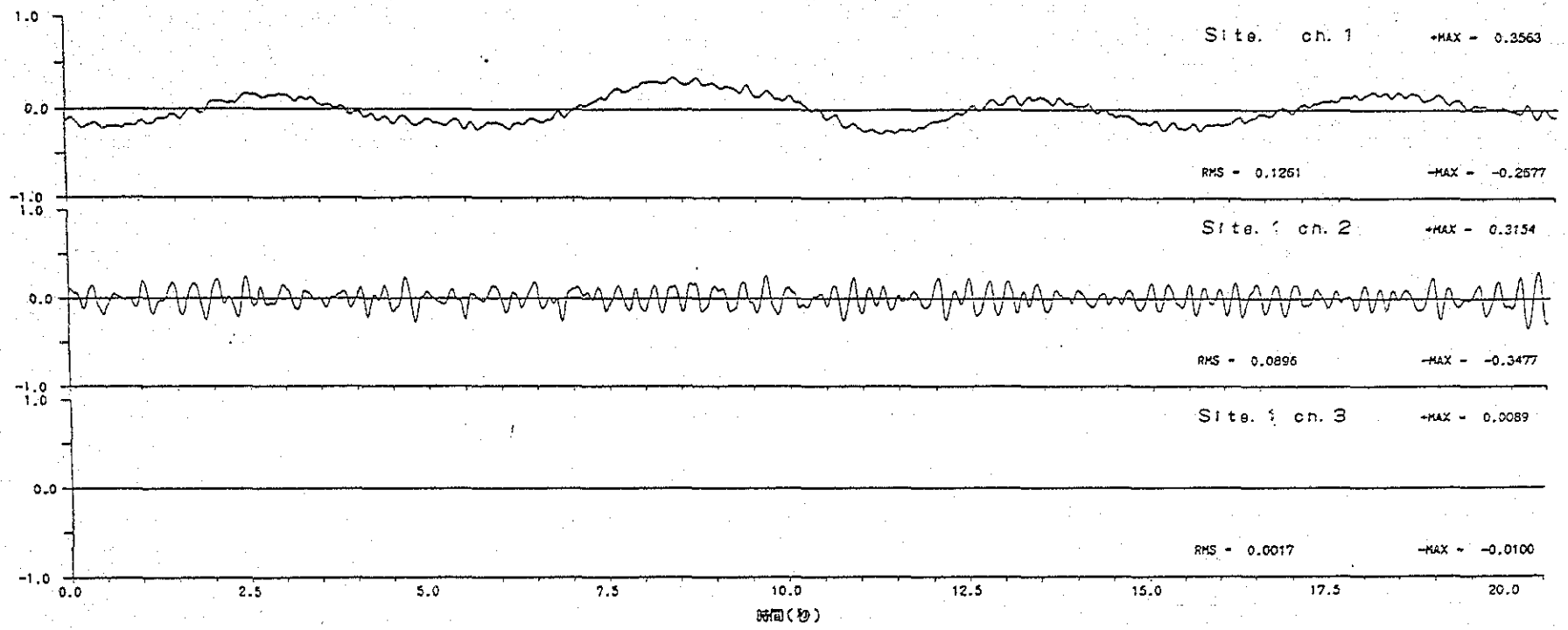


Fig. 2.2.4.6b

Vibración permanente registrada en el sitio②. (los componentes y el tiempo de medición son los mismos indicados en la Figura a)

図－ 常時微動記録波形

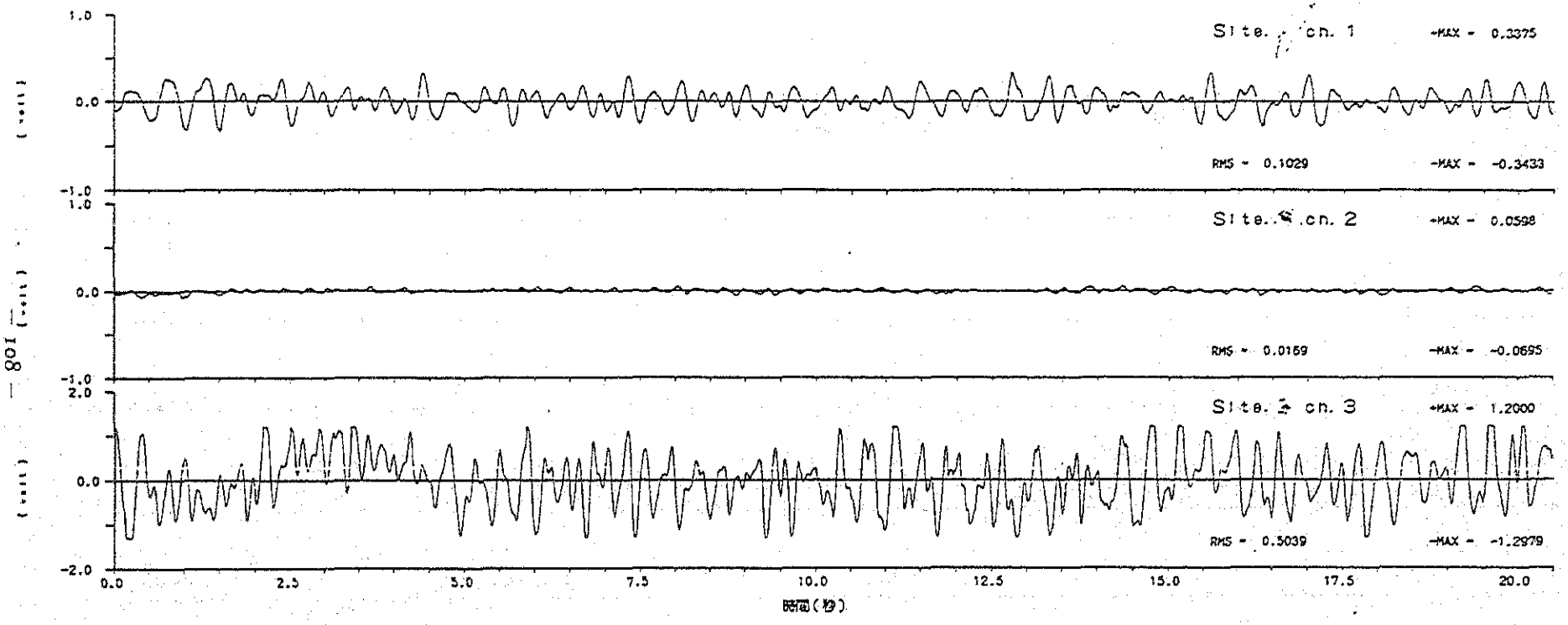


Fig. 2.2.4.6c

Vibración permanente registrada en el sitio③ (los componentes y el tiempo de medición son los mismos indicados en la Figura a)

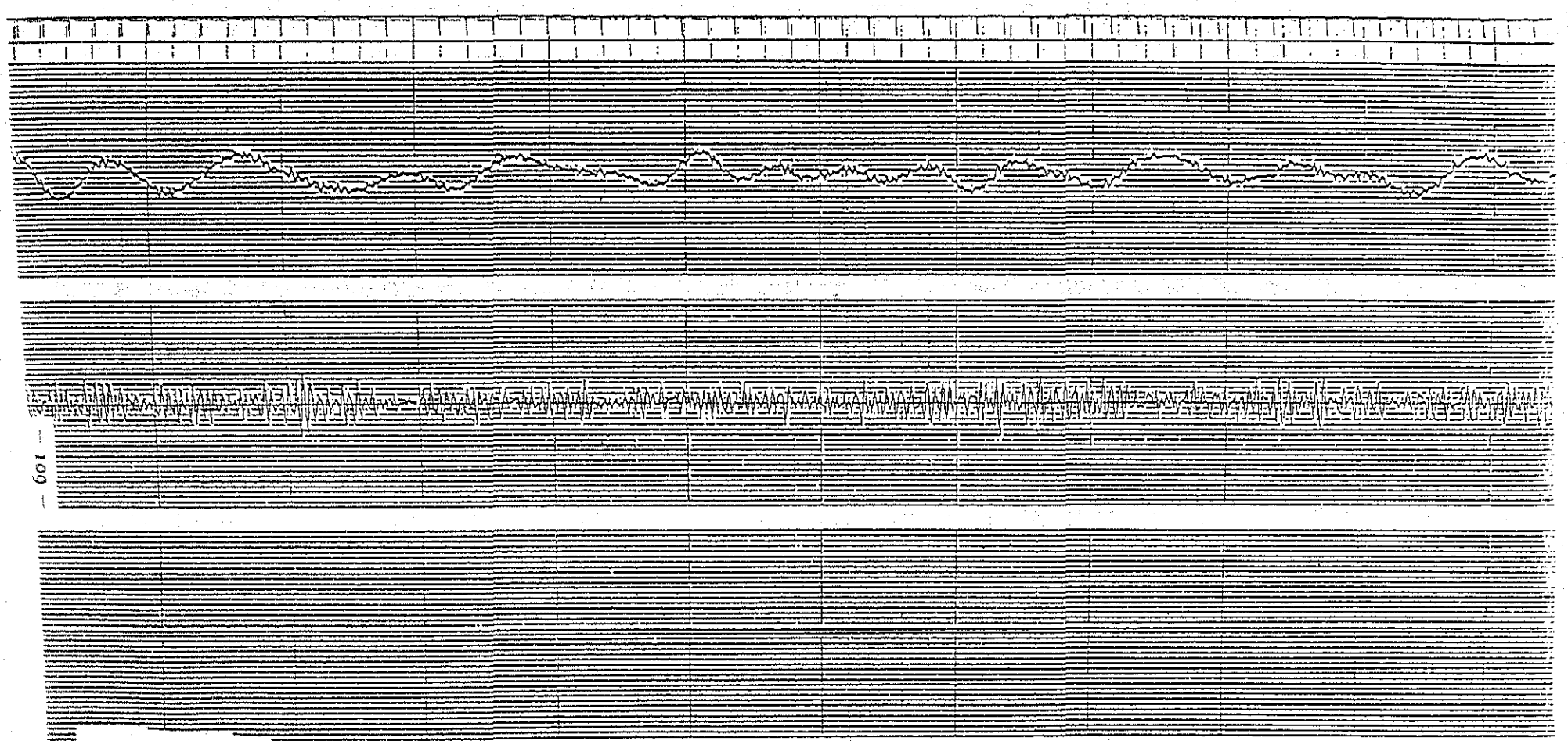


Figura 2.2.2.4.6

Vivración permanente registrado en el sitio② durante 60 seg. (los compoentes son los mismos indicados en a Figura a)

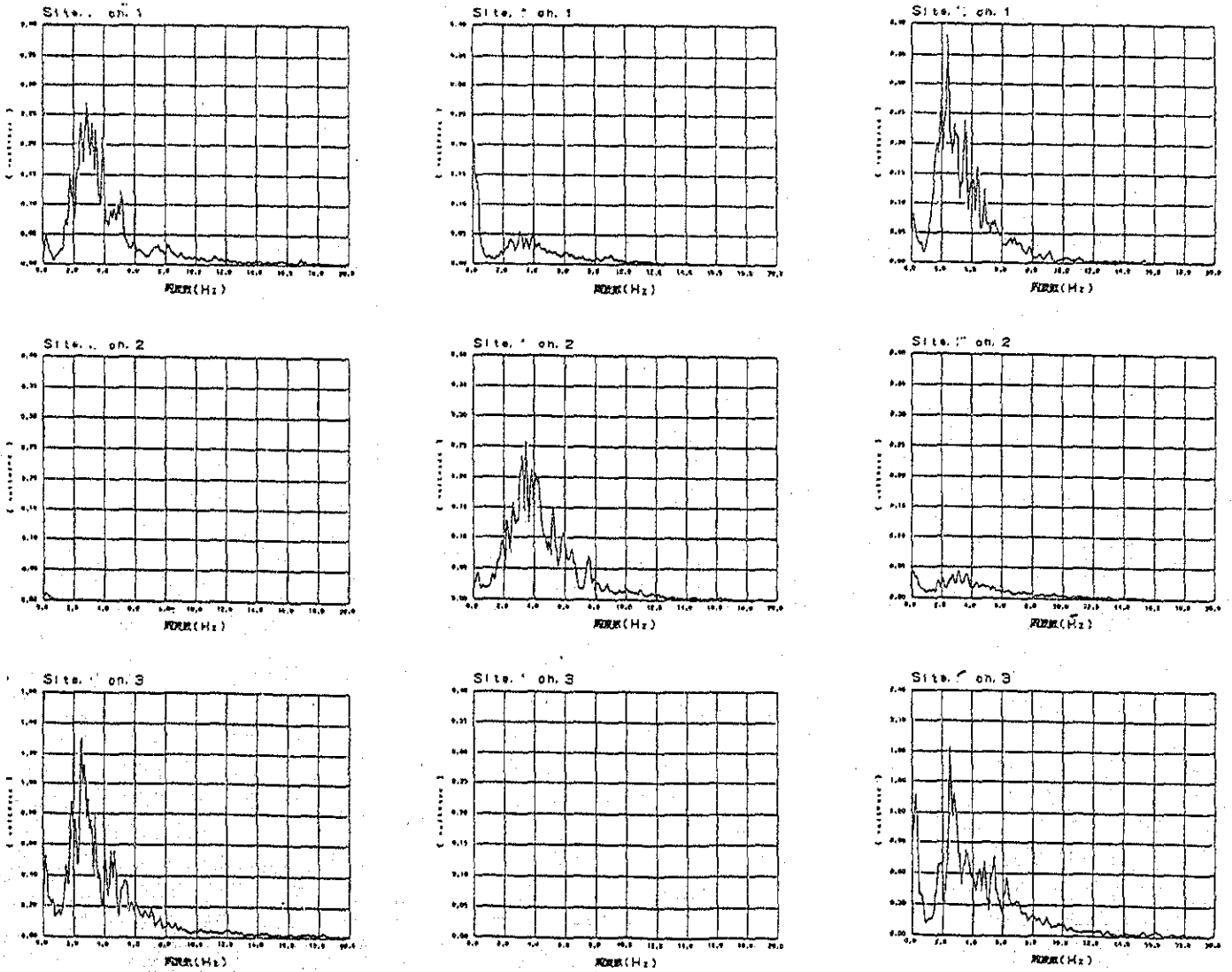


Figura 2.2.4.7

Espectro Fourier de vibración permanente (fuente: Tokyo Soil Research)

Desde izquierda: sitios①, ②, ③ Desde arriba: componentes EO, AA y NS.

1.2.5 Características estructurales y la resistencia sísmica de las construcciones

[FONDO]

Los monumentos de Machupicchu fueron descubiertos por Hiram Bingham en 1911. Según los documentos que describen el estado de Machupicchu en ese tiempo, los andenes que se extienden sobre la ladera de Machupicchu ya habian sido excavados por los indios. Asimismo, los árboles que durante varios siglos habian crecido sobre las ruinas, fueron talados o parcialmente quemados para crear campos de cultivo. Separado por el Foco Seco está el Sector Civil al lado opuesto de los andenes, donde el bosque no había sido aún explotado. De la misma manera las viviendas edificadas hasta el Templo del Sol estaban cubiertas de los árboles, musgos, bambúes y yedras espesos. Sin embargo, no se han encontrado ningún dato sobre las vegetaciones que cubrían el Templo del Sol, Aposento de la Ñusta, el Templo Principal y el Templo de las Tres Ventanas; en cambio nos queda algunas observaciones detalladas acerca del método y material del aparejo, así como de las características estructurales de dichas construcciones. Se deduce que la destrucción de las piedras causada por la vegetación había sido mínima por cuanto no se utilizaba relleno de tierra para el aparejo. Al año siguiente al descubrimiento, es decir en 1912, bajo el apoyo de la Universidad de Yale y de la National Geographic Society de los Estados Unidos, la misión investigadora encabezada por Bingham fue enviada nuevamente a Machupicchu. La excavación fue realizada principalmente en los edificios importantes; así el interior del Templo Principal fue excavado de

2 a 3 m de profundidad, al igual que el interior del Templo de las Tres Ventanas. De la misma manera fue excavada por más de 1 m el exterior de las paredes y la terraza inferior del Templo de las Tres Ventanas.

Al comparar las estructuras actuales con las descritas en los documentos históricos o del Museo de Machupicchu, evidentemente reconocemos que estas fueron reconstruidas o reparadas. La reconstrucción se inició ya hacia 1912 en la primera excavación de las ruinas, y ha continuado enérgicamente hasta los años de '60. No se conocen cuáles son las estructuras actuales que conservan el estado original, ni las partes reparadas. Tampoco se conoce si el deslizamiento del aparejo que se observa en los Templos Principal, de las Tres Ventanas y del Sol se produjo antes o después de la excavación realizada en 1912. Probablemente si se pudiera obtener los documentos que describan el estado original de las estructuras, se podría aclarar la causa de dicho deslizamiento y determinar los métodos adecuados de reconstrucción o de reparación. Afortunadamente, nos quedan numerosas fotografías tomadas por Bingham que dirigió la excavación en 1912, las cuales están archivadas en el Museo de la Universidad Yale y en el Instituto de Smithsonian.

[Características estructurales]

Durante el período del presente Estudio, la mayoría de las viviendas se encontraban en reparación o reconstrucción, las cuales continúan aún hasta la fecha. A continuación describiremos las observaciones que hemos efectuado en tales circunstancias:

(1) El aparejo de las estructuras monumentales se clasifican a grosso

modo en dos tipos principales, según los métodos que se apliquen: el primero es el denominado "mampostería seca" aplicado para la edificación de las construcciones sagradas como los Templos. El método consiste en colocar las piedras una encima de la otra sin utilizar el relleno o material adhesivo como la tierra o argamasa en las juntas o el apresto del envés. Mientras tanto, el método aplicado para la edificación de las viviendas y de las industrias es el denominado " mamposteria de piedras cuadradas", el cual consiste en superponer piedras piramidales (como piedras cuadradas) y ajustar con piedras pequeñas y fragmentos pétreos, y compactando la tierra para el apresto del envés.

(2) Tanto en el primero como en el segundo, las piedras de construcción fueron colocadas de tal manera que el largo de la piedra de la soga del muro (aparejo de soga). El muro tiene dos hileras (al interior y al exterior del edificio). En las aberturas y hornacinas colocadas con intervalo regular se refuerza el corte carente, a la vez que consolidan las piedras interior y exterior entre sí.

(3) El grosor de las piedras que comforman los muros de los Templos Principal y del Sol, se disminuye proporcionalmente a la altura, aumentando la superficie de fricción horizontal.

(4) Entre los edificios en reconstrucción o reparación, existen algunos cuyo extremo superior de los muros no están consolidados, formando una especie de conjunto pequeño de edificios. Especialmente en el Sector Industrial, existen muros cortos con alto centro de gravedad, inestables en caso de temblor.

(5) Los muros en general de las ruinas forman un ángulo casi

perpendicular con la pendiente de la ladera, su disposición varía delicadamente de acuerdo a la topografía accidentada; sin embargo, siempre están dispuestos de tal manera que sea perpendicular a la pendiente.

(6) El grosor de los muros de la viviendas y de las industrias son de 850 a 900 mm cual fuese el tamaño del edificio. Los muros se inclinan hacia el interior con una pendiente aproximada de 95/100. La altura de los muros es de 2500 a 2800 mm en una casa de un sólo piso y la altura del piso hasta la ventana o hasta el muro de sostenimiento es de 1100 a 1400mm. El piso está cubierto de sedimentos, lo que dificulta conocer la altura correcta del piso.

(7) El área media del edificio o del reciento es menor a 50㎡ en caso de viviendas, y menor a 100㎡ en las fábricas o talleres. Existen, sin embargo, excepcionalmente edificios mayores a 200㎡.

[Las construcciones pêtreas y la resintencia sísmica]

Las constucciones pétreas son débiles estructuralmente ante los sismos ya que la resistencia de tracción, flexión y cortante es baja en proporción a su peso. Especialmente cuando las juntas que unen las piedras se deshacen por efecto de agua de lluvia o por problema técnico, se deteriora aún más la resitencia de la estructura. La mampostería fue desarrollada originalmente en un país que no tenía temblores, por su ventaja de tener resistencia compresiva relativamente alta. Por lo tanto, se ha venido resolviendo el problema de la carga vertical aplicando los tradicionales y variados métodos de mampostería. Sin embargo, estos métodos no muestran casi ninguna efecto ante los temblores de vibración horizontal.

Normalmente para aumentar la resistencia de la mampostería se toman las siguientes precauciones:

(1) Limitar el tamaño de los edificios

(2) Darles la forma de una caja equilibrada en cuanto a la forma y disposición de muros para que el esfuerzo sea distribuido equitativamente a la totalidad de la estructura.

(3) Minimizar los esfuerzos de tracción, flexión y del corte.

(4) Ejecutar cuidadosamente las obras para garantizar suficiente resistencia de las juntas.

(5) Utilizar pitones de seguridad para consolidar la mampostería.

Normalmente, los edificios pétreos de mampostería muestran suficiente resistencia sísmica cuando la apertura es mínima en las paredes exteriores y se disponen las paredes divisorias, a la vez que los muros estén suficientemente enlazados por vigas (madero horizontal que sirven para consolidar el tope de los muros) y por fundación de tiras. Sin embargo, si bien es cierto que el granito y andesito es suficientemente resistente como unidad, no se obtiene la misma resistencia cuando es el aparejo de un edificio. Esto se depende también a los métodos y número de juntas y del estilo de mampostería. Por otro lado, la estructura albañería carece de tenacidad; esto es, que la producción de fisuras en las partes principales de la estructura puede significar inmediatamente la destrucción de la misma estructura, y por lo tanto es necesario tener sumo cuidado para el tratamiento de las posibles fisuras.

Normalmente los muros de albañería que se construyen en Japón,

están consolidados entre sí en su parte superior por vigas o fundación de tiras. Asimismo, es necesario que los muros estén equitativa y equilibradamente dispuestos en el edificio. Cuando los muros son demasiado alargados, se disminuye la resistencia de flexión y distorción desde el exterior, lo cual puede ser la causa de derrumbamiento de costado en caso de sismo. Este problema puede ser solucionado al aumentar el grosor de las paredes o construyendo contrafuertes. Al levantar muros de albañería de doble hilera, es necesario consolidar las hileras interior y exterior entre sí.

Ya hemos dicho anteriormente que la tenacidad de una estructura de mampostería es nulo porque carece de armado de refuerzo, y que se debe tener especial precaución contra las fisuras. Cuando se produce fisuras en alguna parte del edificio, se disminuye la resistencia del edificio en su totalidad; la fisura crece provocando destrucciones en otras partes y agravando aceleradamente el daño. Las piedras sobrepuestas una encima de la otra debe constituir una estructura esencialmente monolítica para ser resistente ante los sismos. En caso de que el edificio fuera dividido a causa de las grietas, la estructura monolítica que originalmente se había diseñado se convierte en una especie de conjunto de pequeñas unidades. En tales circunstancias, si bien la resistencia contra la carga vertical se mantiene, el sismo provocará vibraciones independientes de cada unidad, agravando de esta manera la destrucción del edificio en su totalidad. Especialmente, en caso de que se deshagan las juntas por acción de la lluvia o a causa de mala ejecución de obras, se disminuye notablemente la resistencia, llegando a ser incluso nula, y provocando la división del edificio. Por otro lado, aunque las juntas estuvieran en perfecta condición

pueden producirse grietas a causa de mal diseño o ejecución de obra, así también por el desequilibrio de carga que cae a la estructura, o bien por la sequedad, contracción, variación de temperatura, temblores, incendios, heladas, etc. El hundimiento desigual de la base puede ser otra causa de la producción de grietas. Como es evidente ahora, las causas que pueden provocar grandes daños en caso de los sismos son numerosas.

Cuando la apertura es grande, se disminuye la rigidez del muro y aumenta la deformidad, provocando ruptura de flexión en caso de un muro estrecho. En un muro pilar como éste, el acabado de las juntas influyen en gran medida a la ruptura de flexión, puesto que el corte es estrecho. Normalmente, las vigas maestras sirven, al igual que la fundación de tiras rígida, para reforzar el sector superior del muro y transmitir la fuerza horizontal como la sísmica que cae perpendicularmente al muro hacia el muro opuesto para soportar mediante la fuerza tangencial. Por consiguiente, al instalar las vigas se podrá compiementar el debil enlazamiento de una estructura de mampostería.

En la estructura de mampostería es necesario distribuir la carga concentrada a los muros, de acuerdo al principio de distribución de esfuerzos. Existen numerosos casos de los daños producidos en la parte superior de la pared extrema, es decir la parte que se destaca del extremo superior de la pared. Para aumentar la resistencia sísmica de la estructura, es necesario consolidar los topes de las paredes con vigas sólidas o costeros, y al mismo tiempo consolidar la base de cada muro con fundamento de tira sólido. Esto ha sido comprobado en los estudios sobre los daños causados por los ocasionales sismos, así como en la prueba de

vibración en una vivienda de aparejo. Por otro lado, cuando la rigidez de la base es alta, se puede prevenir contra la producción de grietas en las paredes y, por lo tanto, contra el debilitamiento de la estructura no sólo en los temblores, sino también en caso del hundimiento desigual de la base provocado por el desequilibrio de la carga admisible o de la carga permanente. La resistencia sísmica de la base podrá aumentarse con un diseño que permita distribuir equitativamente a una superficie mayor de la reacción de subsuelo.

En conclusión, las construcciones podrían ser restauradas con alta resistencia sísmica si se ejecutara la obra y se reforzaran los edificios con las mismas técnicas aplicadas en las construcciones de masonería en Japón. Es cierto que esta teoría no sería aplicable en su totalidad para la reconstrucción de los monumentos arqueológicos; sin embargo, se podría tomar en cuenta la filosofía acerca de la resistencia sísmica.

[Futuras soluciones]

Las paredes que tienen angulares que están consolidadas continuamente entre sí son relativamente estables en los sismos. No obstante, la sección superior de las paredes extremas que se destacan de los topes de la pared siguen siendo inestables. Es decir, en caso de que sea aplicada una fuerza exterior, se deforma con más facilidad que la estructura inferior. En caso de deshacerse o deteriorarse el relleno de las juntas, se aceleraría aún más la destrucción.

Por esto, es necesario estudiar detalladamente las paredes de cada

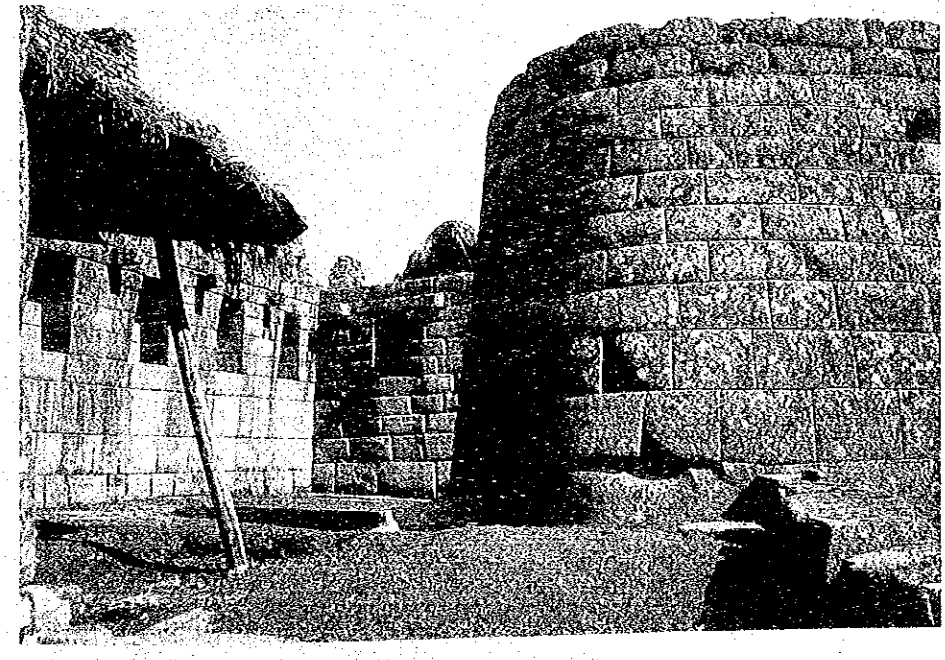
edificio, incluyendo las reconstruidas y reunir los datos de diagnóstico. El diagnóstico deberá no sólo deberá tratarse del deterioro de las juntas, sino también el de las piedras de construcción, volumen y tamaño de las paredes y edificios en un formato común o bajo el mismo criterio determinado sistemáticamente. Los datos obtenidos servirán para el mantenimiento y conservación de los edificios.

En cuanto a la durabilidad de las piedras de constucción, no podemos ignorar la influencia de los factores climáticos y naturales como son la sequedad, contracción, variación de temperatura, temblores, incendios y heladas.

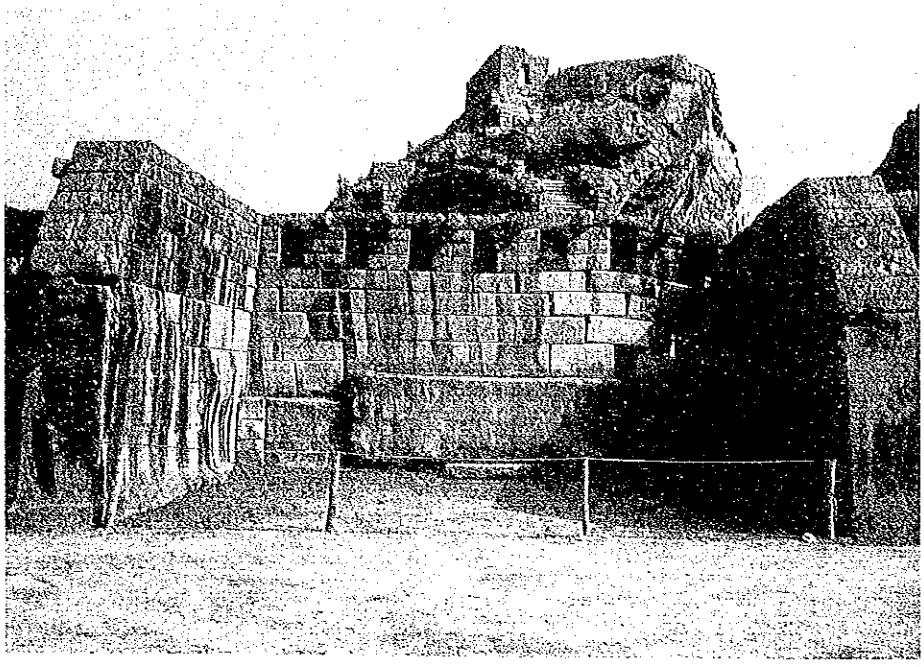
Y si es posible, conviene conocer los detalles y las técnicas de mampostería de las ruinas y buscar en las regiones cercanas los métodos de construcción tradicional que se asemeja a los de Machupicchu, con el fin de decidir los "criterios de mantenimiento y conservación" o de "reconstrucción" bajo el consentimiento internacional y con la condición de llevar a cabo paralelamente los estudios arqueológicos de las ruinas.

Por último, en cuanto se refiere a los monumentos sagrados como los Templos y el Palacio de Inca, se desea hacer un estudio mucho más detallado y delicado; por el momento, urge la necesidad de conocer la variación anual y el grado de avance de la dirección y distancia de dislocación del aparejo, así como la naturaleza del suelo base.

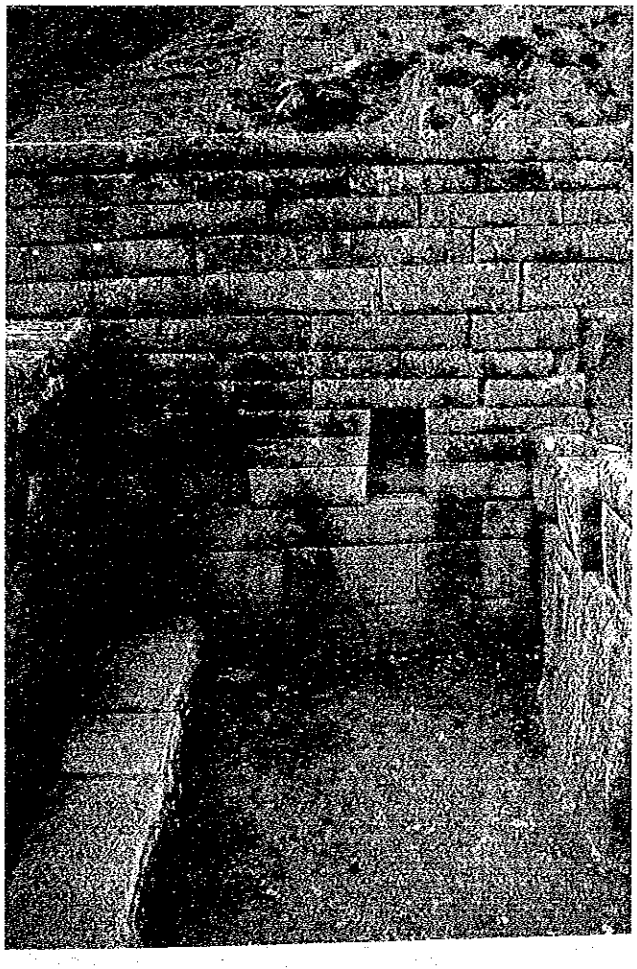
La parte superior del Templo del Sol y el Aposento de la Ñusta



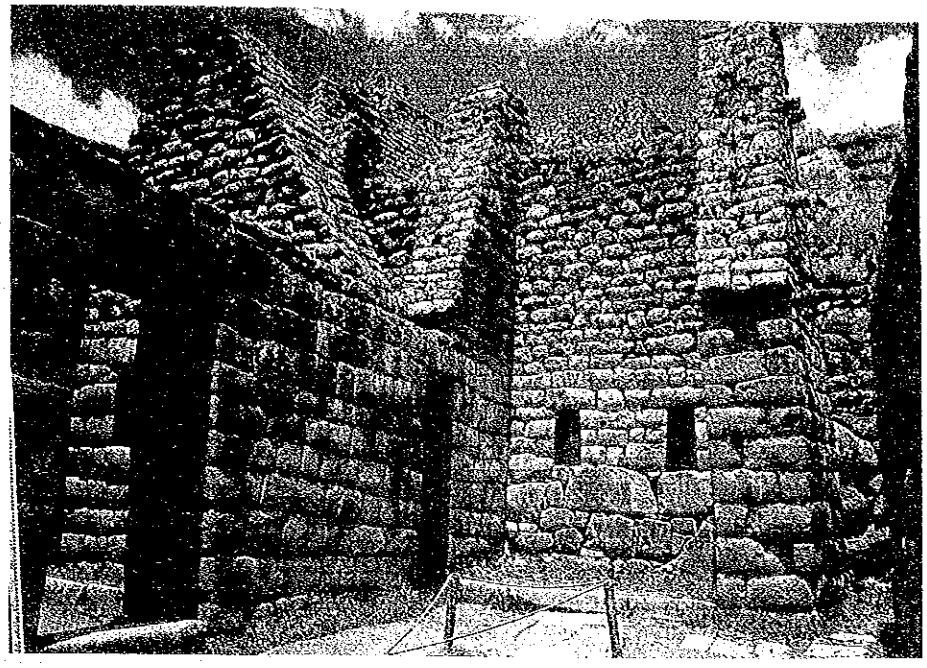
Interiores del Templo del Sol



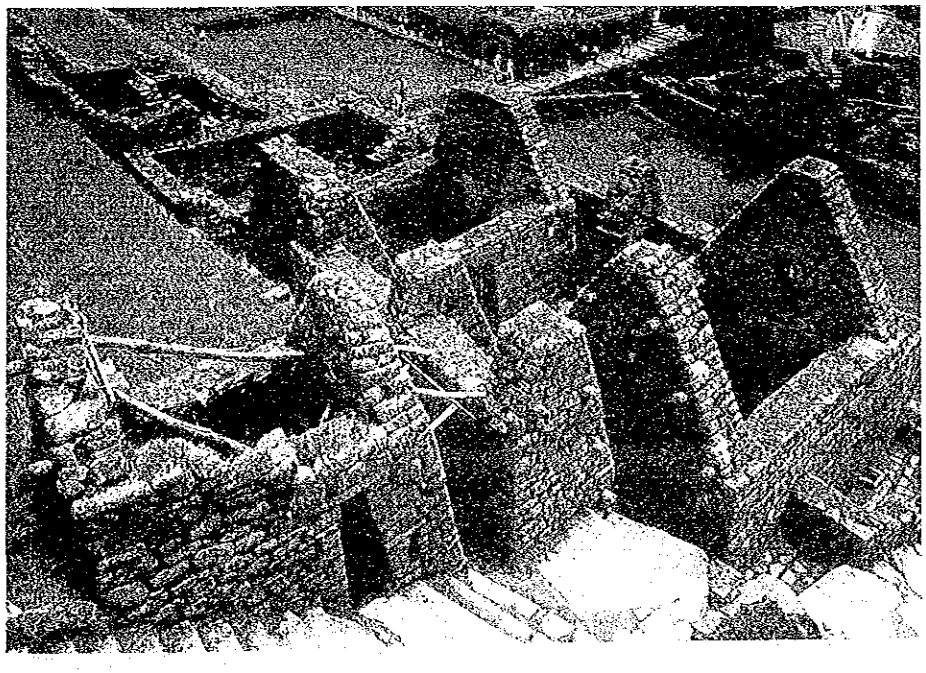
El Templo Principal (al fondo, Intihuatana)



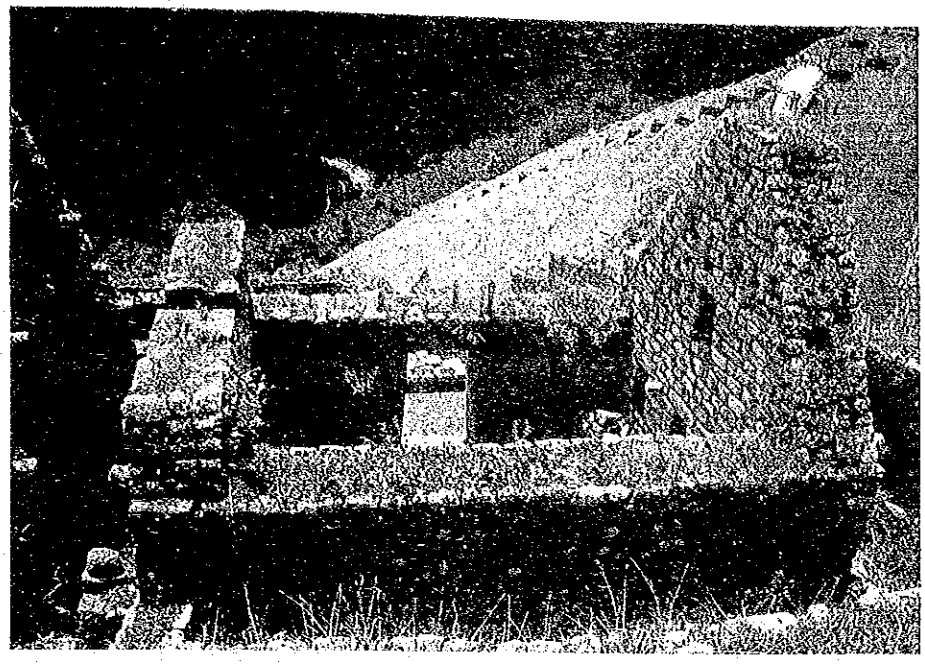
La parte posterior del Templo Principal



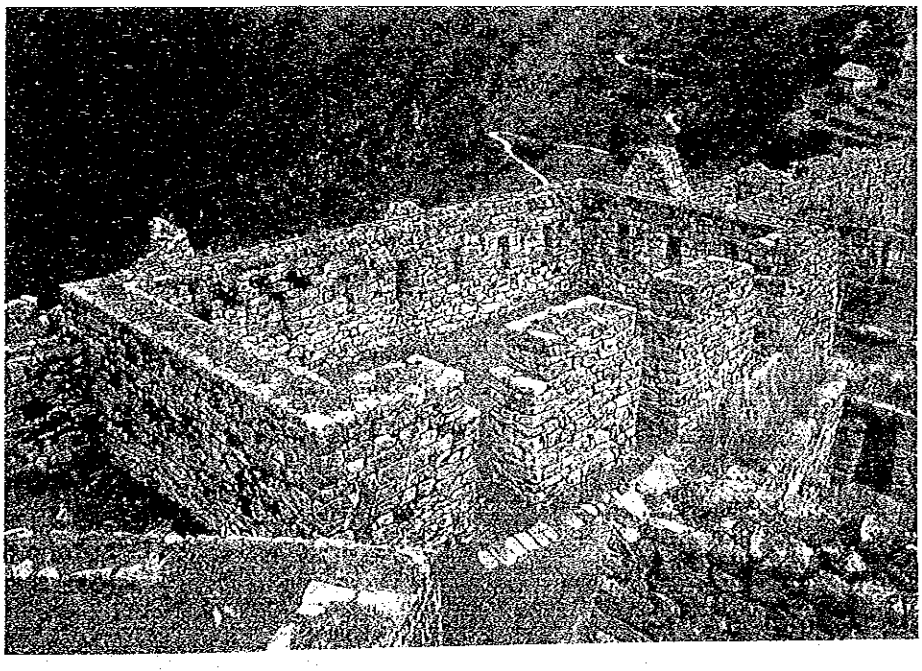
Interiores del Palacio de Inca



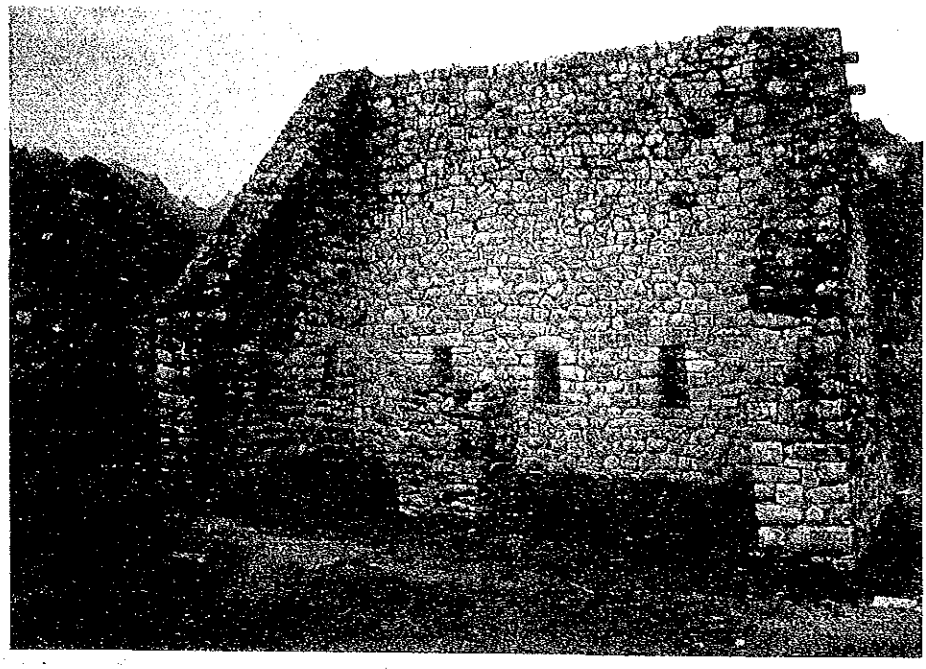
Vista a vuelo de pájaro del Palacio de Inca



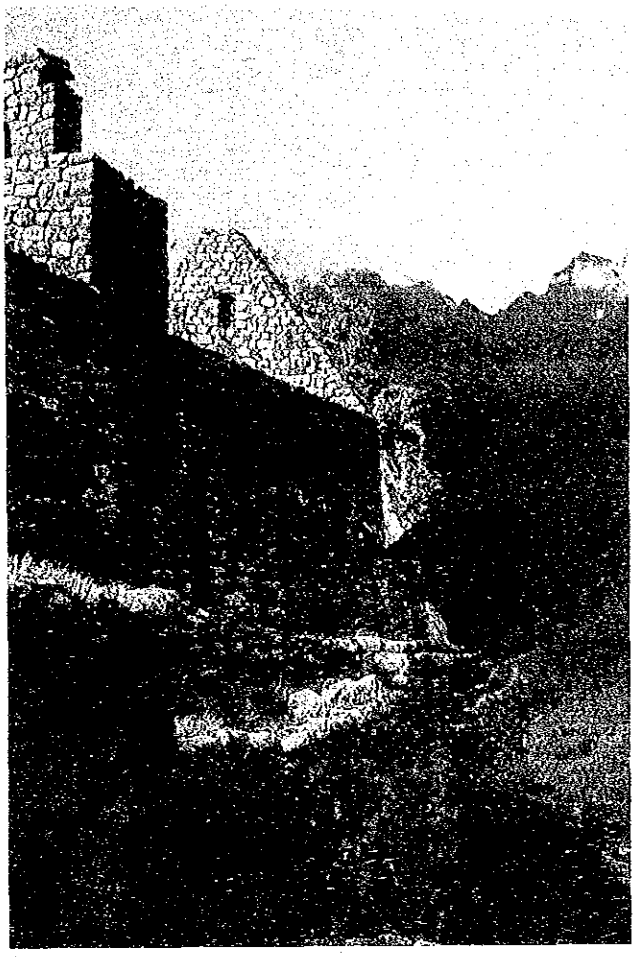
Edificio en el Sector de Vivienda



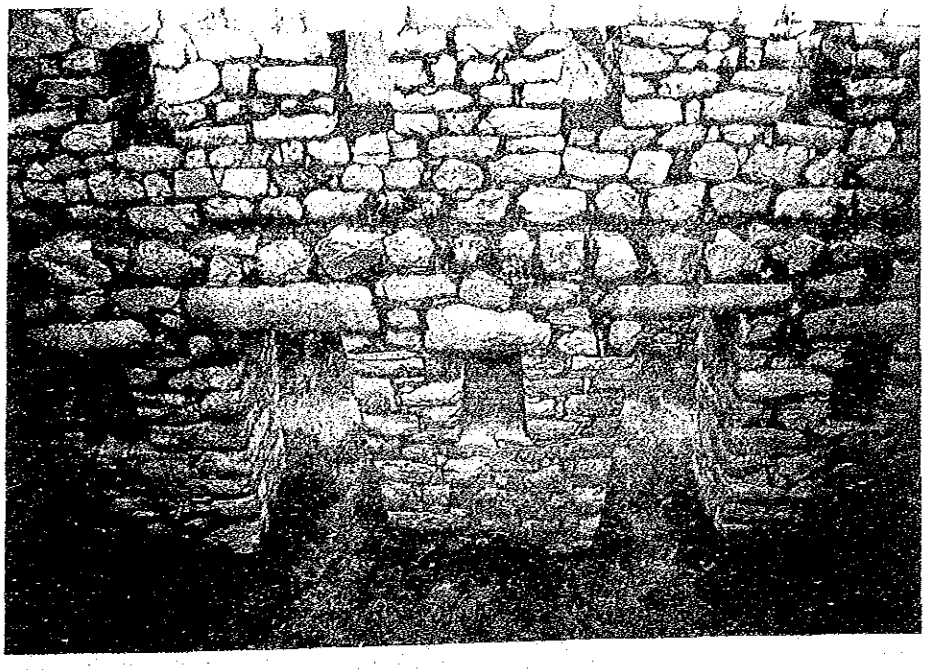
Edificio en el Sector de Recintos



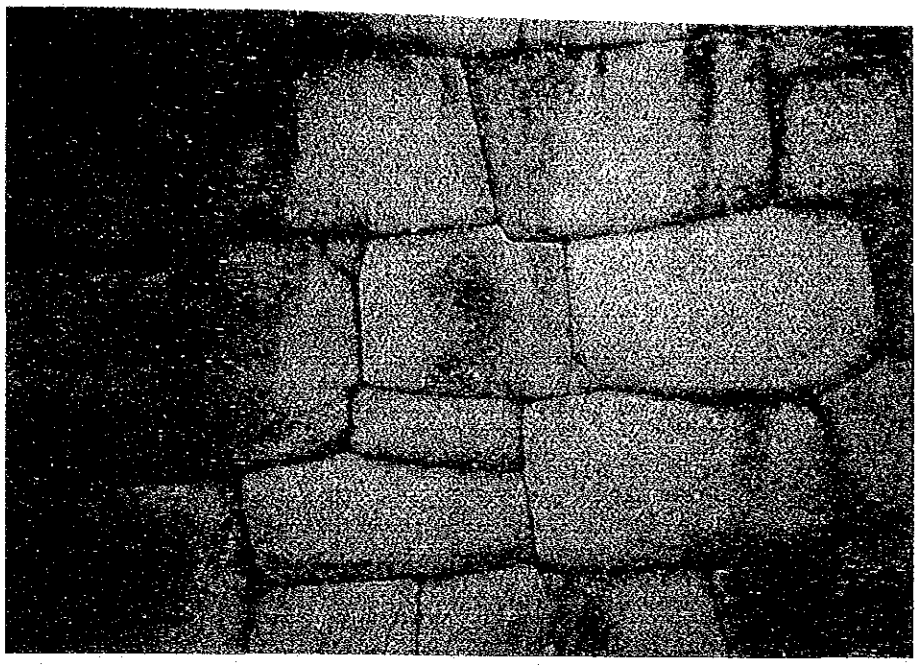
Edificio con pared divisoria



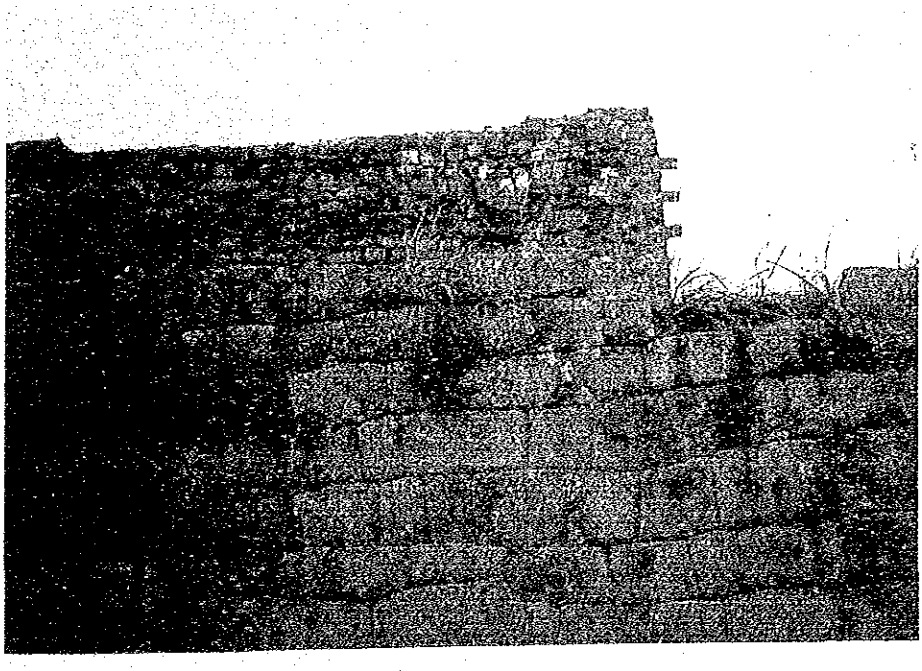
Vivienda de dos pisos
(vista exterior)



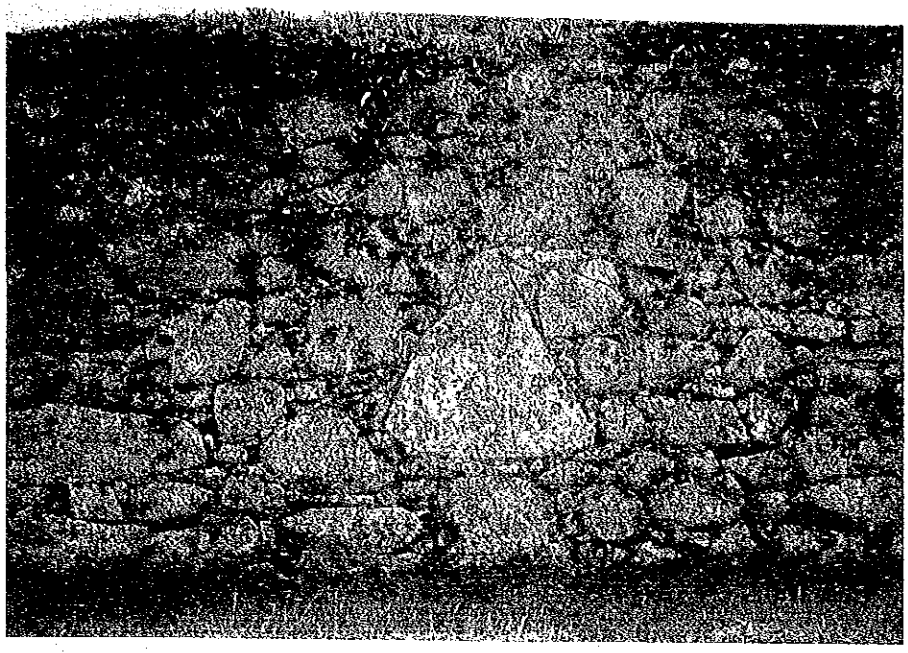
Vivienda de dos pisos (interiores)



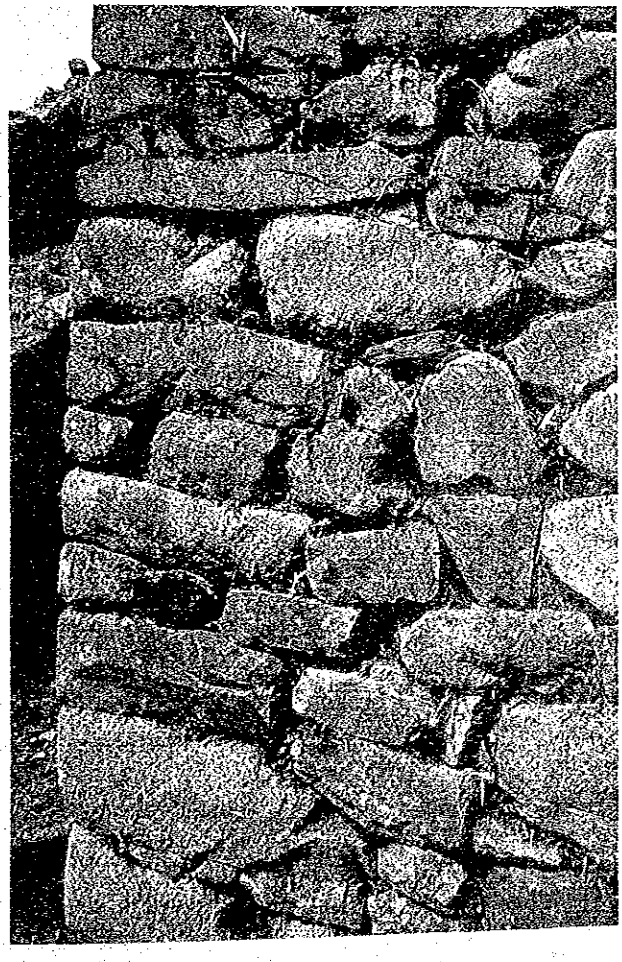
Mampostería del muro de sostenimiento del Sector Industrial



Mampostería del muro de sostenimiento del Sector Industrial

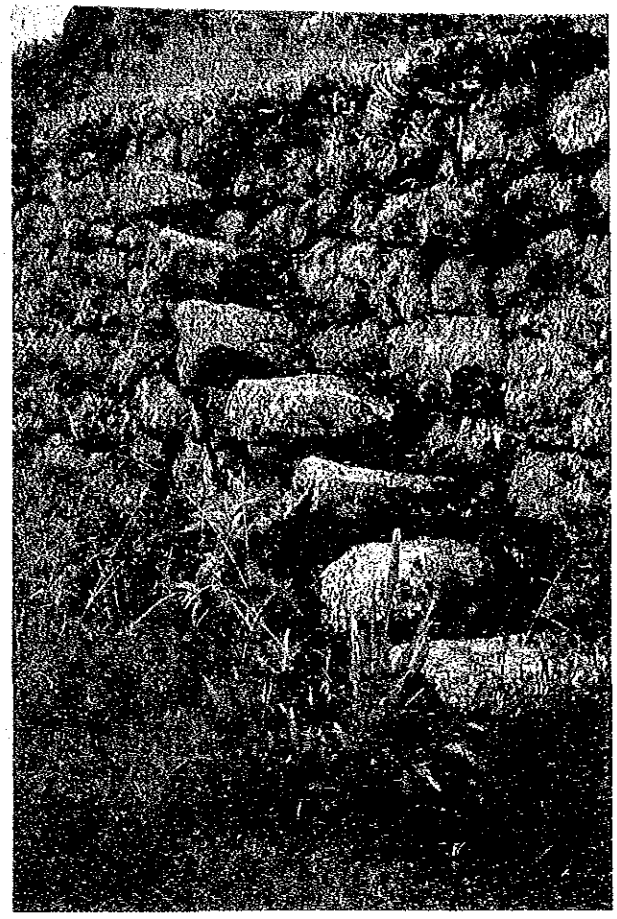


Mamposteriía del muro de sostenimiento que da a la plaza



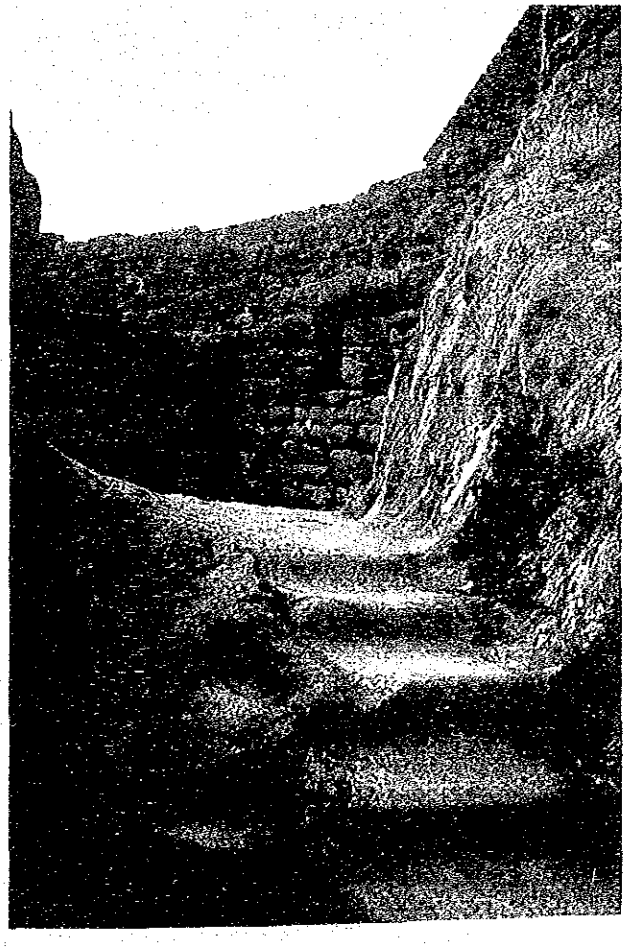
Mampostería de los recintos

Escalinatas flotantes

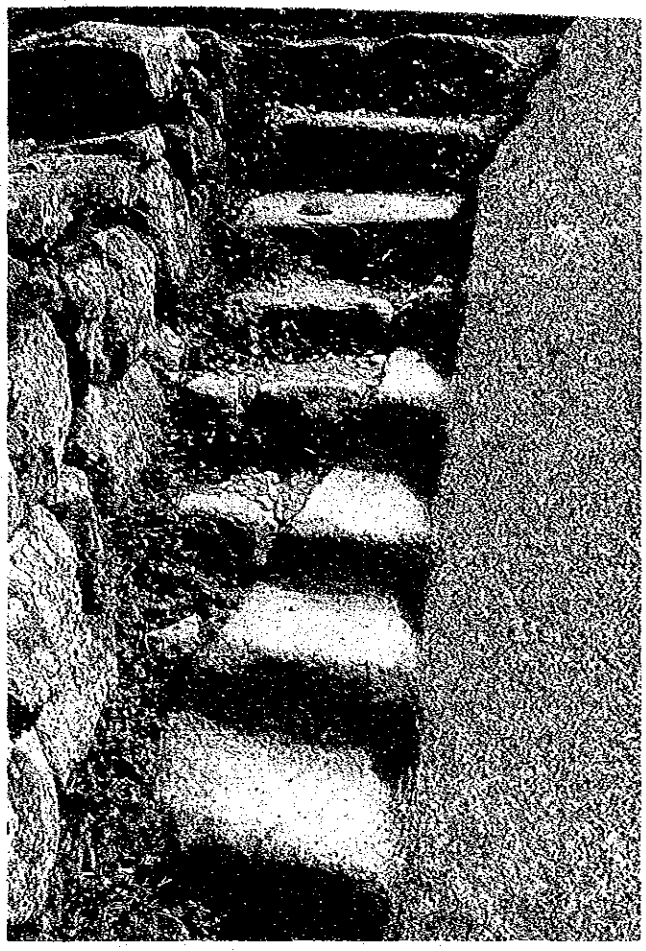


Escalinatas que conducen
al Templo Principal

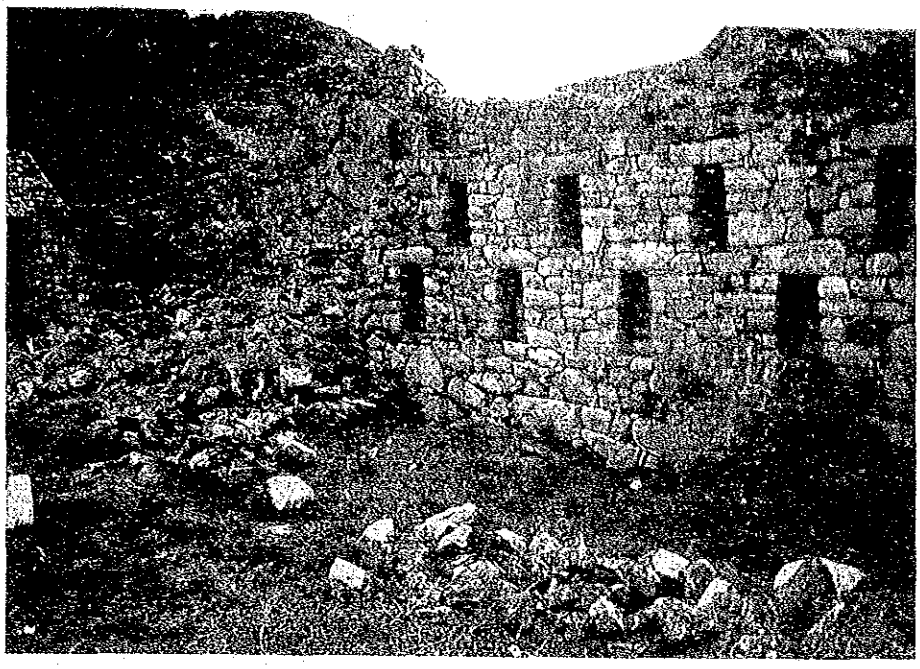
Escalinatas construidas de
piedras trabajadas



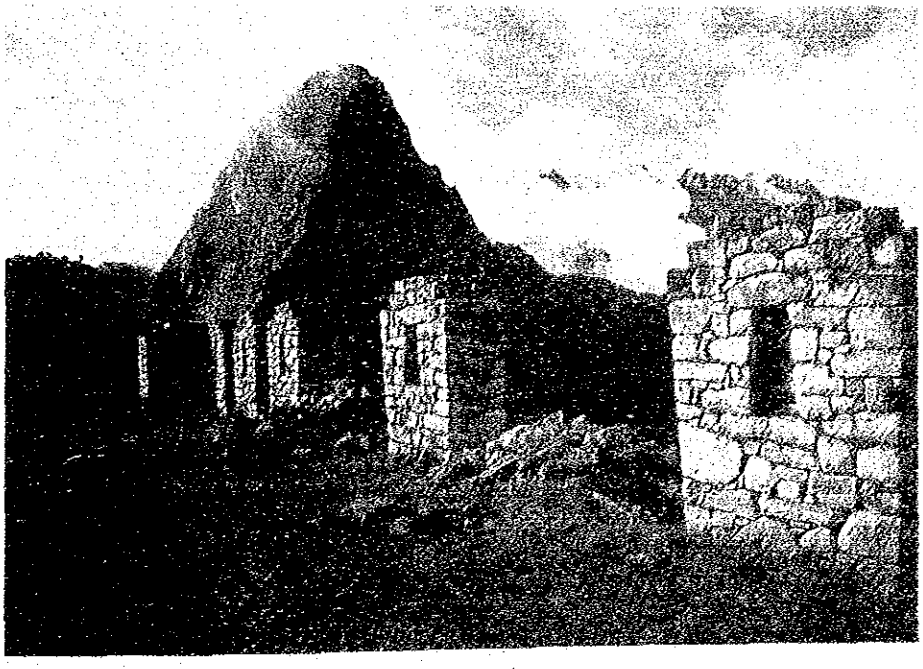
Escalinatas construídas
aprovechando la roca natural



Combinación de roca natural y piedras trabajadas



Destrucción de las paredes alargadas



Destrucción de una pared corta

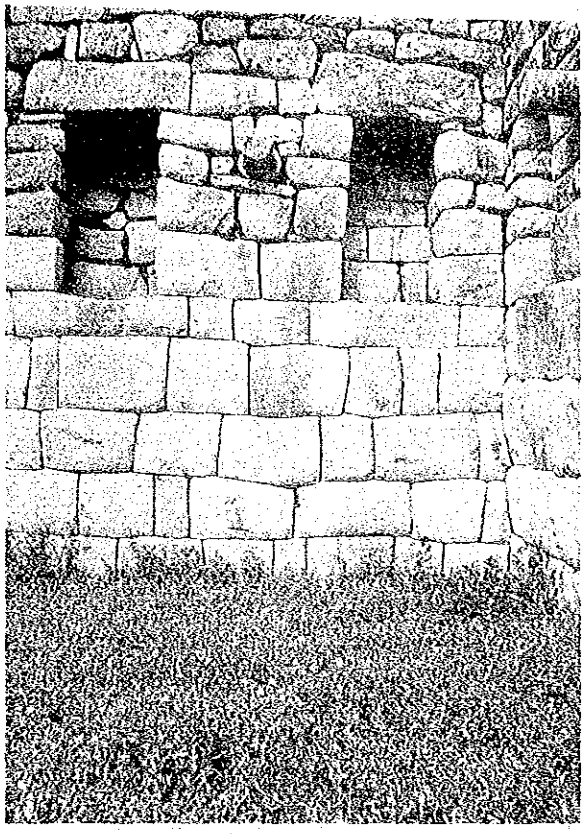
1.2.6 Drenaje de aguas de lluvia

Como indican las fotografías siguientes, la base de los edificios construidos en el Sector Industrial está siempre húmeda debido al mal drenaje de agua superficial, acelerando la erosión y alteración de las piedras. Además el crecimiento frondoso de las vegetaciones demuestra que la pendiente del canal de drenaje y del suelo superficial es insuficiente.

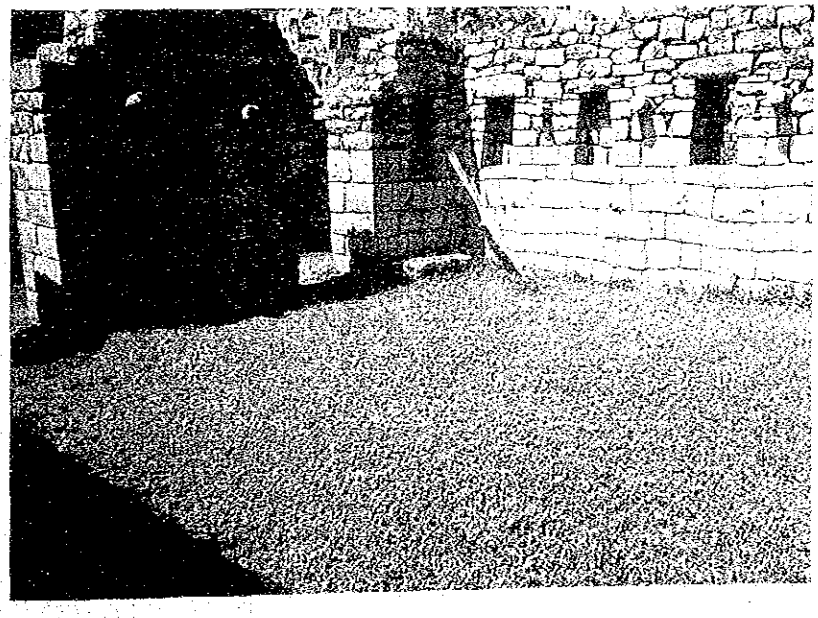
Por ejemplo, en la sección superior del Templo del Sol, la lluvia que cae sobre el espacio donde originalmente estaba techado, puede atravesar por la entrada debido a la pendiente que hay en el suelo hasta llegar al canal que está al lado de la montaña, o bien pasar por el orificio que se abre en la parte inferior del centro de la pared que da al valle, y fluir hacia el muro inferior. La existencia de estos dos pasajes demuestran que no se ha tomado ninguna medida eficaz y sistemática de drenaje de agua. (Ver las fotografías)

Por cuanto la capa superficial de la zona monumental está constituida principalmente del suelo arenoso, es fácil de ser erosionado por la lluvia, arrastrando el sedimento de las pendientes agudas como la de los pasajes, etc. Asimismo, este tipo de suelo arenoso absorbe fácilmente el agua, provocando infiltración de agua en la superficie de los muros de sostenimiento de los sótanos. El estancamiento del agua en las piedras y en la base de las estructuras monumentales acelera la erosión de las ruinas, razón por la que es necesario elaborar urgentemente un plan integral y seguro de drenaje de agua pluvial.

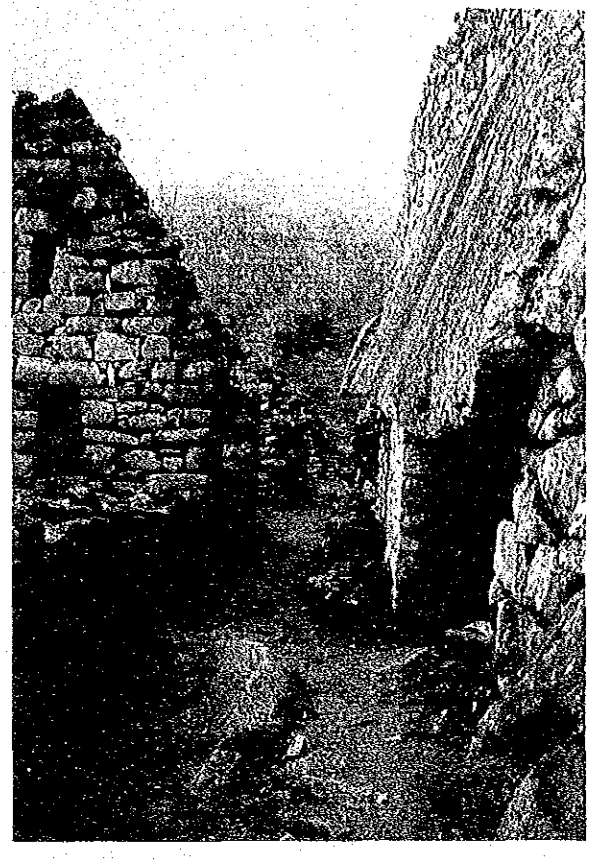
Para ello, es menester primero preparar un mapa topográfico con curvas de nivel detalladas para deducir correctamente la dirección del flujo del agua pluvial o subterránea.



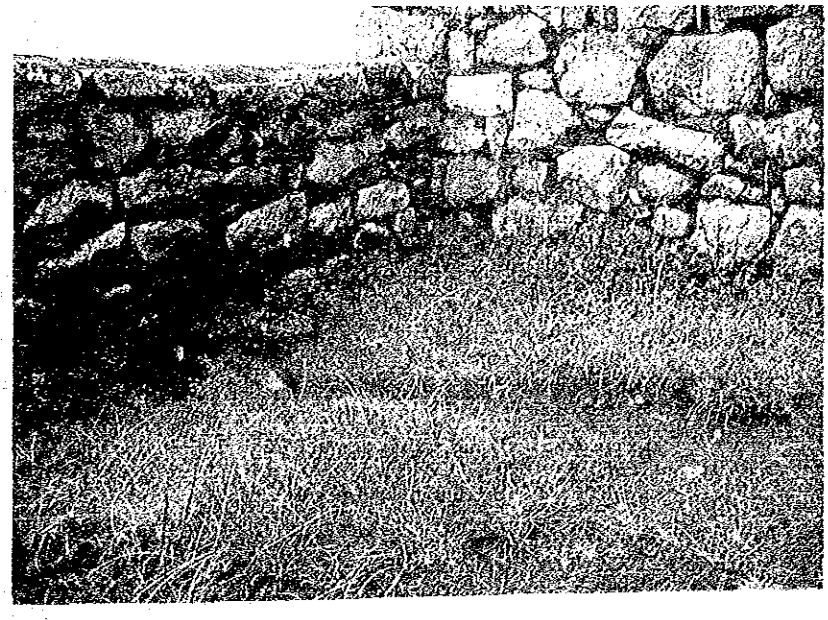
El interior del Sector Industrial



El interior del Sector Industrial



Pasaje del lado de la montaña ubicado en la parte superior del Templo del Sol



El agua de lluvia se reúne en el centro y fluye atravesando la pared que da al valle.

1.3 Estado Actual de cada estructura

1.3.1 La destrucción de las estructuras

Hemos efectuado un estudio comparativo del grado de destrucción en base a las 140 fotografías tomadas por el Sr. Tsuguo Matsuzawa en 1961, para conocer la diferencia entre la actualidad y hace 29 años. Asimismo hemos utilizado las viejas fotografías que obtuvimos del Servicio Aerofotográfico (SAN) y las que habíamos encontrado en los libros que nos sirvieron de referencia. Paralelamente, hemos tomado en total 800 fotografías de 200 sitios aprox. con el fin de preparar datos para el futuro estudio. A continuacion exponemos los resultados y nuestra opinión en relación a la observación y comparación de cada sitio:

1. Entrada: Se han identificado nuevas reparaciones efectuadas en la parte superior de la Gran Portada, asi como derrumbamiento de pequeñas piedras de relleno en algunos puntos. Sin embargo, no se percibió grandes derrumbamientos.

2. Edificios del Sector Agrícola: Hay pocas fotografías que nos sirven de referencia, por lo que se desconocen los detalles. Sin embargo, básicamente no se ha identificado grandes cambios.

3. Sector Agrícola: No se identificaron cambios. Los andenes son, en general, muy estables.

Hanan Saya

4. Plaza General: No se identificaron grandes cambios.

5. Templo del Sol (Torreón): El piso del Templo del Sol ha sido excavado y reforzado con arcilla y cal en 1987. No se ha identificado otro cambio mayor. Se encontró dislocación de piedras tanto en el Templo del Sol como en el Aposento de la Ñusta, sin embargo no hay cambio notable, lo que indica que no ha avanzado la destrucción. La superficie de las paredes internas de la Puerta de las Sierpes están considerablemene despegadas (aunque se desconoce el avance de la destrucción por cuanto no contamos con fotografías antiguas), y consideramos necesario efectuar alguna reparación de inmediato.

La hilera derecha de los dos modulos superiores de la pared semicircular fueron reconstruidas (de acuerdo al antropólogo de la Oficina General de Cuzco del Insituto Nacional de Cultura, fue efectuado en 1960), cuya terminación es deficiente. En la parte superior de esta zona, se encuentra un edificio sobre los andenes, también reparado. No se ha identificado ninguna destrucción en esta construcción.

6. Mausoleo Monumental o Tumba Real: No hay grandes cambios en las grietas y dislocación de piedras de la pared interna, sin embargo se identificaron algunos puntos donde la dislocación ha avanzado ligeramente. Por otro lado ha cambiado el lugar de infiltración de agua, y el grado de infiltración parece ser mayor, por lo que es necesario tomar medidas urgentes de drenaje.

7. Palacio de Inca: No se ha podido comparar por cuanto no existen fotos tomadas por Sr. Matsuzawa.

8. El Templo de las Tres Ventanas: No se identificaron grandes cambios. La dislocación de las piedras no varía con las imágenes tomadas por el Sr. Matsuzawa. La parte inferior del piñón (alrededor del hornacina) probablemente reconstruida está mal acabado. Por el indicio del labrado del muro exterior al noroeste, este Templo fue probablemente abandonado a medio construir o reconstruir.

9. Templo Principal (o el Gran Templo Sagrado): Se ha señalado con anterioridad que la mitad derecha del muro central (que da al noroeste) del edificio está notablemente inclinado en dirección noreste. Sin embargo, al compararse con las fotografías tomadas por Sr. Matsuzawa, nos damos cuenta de que la inclinación no ha variado desde hace varios años. Algunos sostienen que la inclinación se debe al mal terraplenado después de la excavación ejecutada por Bingham. Sin embargo, consideramos que , si bien es cierto que Bingham ha realizado grandes estudios de excavación en el interior del Templo, esta inclinación no se debe a dicha causa. También tenemos algunos datos que describen que ya existía tal inclinación cuando las ruinas fueron descubiertas.

En el presete estudio hemos efectuado dos excavaciones, con previa autorización del Sr. Ravines del Insitituto Nacional de Cultura, en el suelo donde se unen las paredes central y lateral (esquinas noreste y suroeste).Las excavaciones fueron realizadas en las partes ya destruidas

del piso para no deteriorar la base de la estructura. A través de este estudio, hemos descubierto que la piedra angular que forma la esquina suroeste de la pared no destruida es pequeña, mientras que se utiliza una enorme roca (trabajada, probablemente fue parte de la tierra natural) como piedra angular de la esquina noroeste de la pared inclinada. Es posible que el mismo constructor incaico conocía que el suelo era blando en este lugar y tomó una medida de refuerzo.

Es importante destacar el hecho de que la pared lateral está construida perpendicularmente a la parte inclinada de la pared central, sin deteriorar la unión entre las dos paredes. La hipótesis de que la pared lateral se hundió inclinándose después de la era incaica puede ser válida; sin embargo, al considerar que no hay dislocación entre la roca de la base y la pared, y que la pared del lado noreste se encuentra sin deterioro, la hipótesis resulta dudosa. Más bien, se especula que el hundimiento se produjo en la era incaica durante o después de la edificación del Templo, y la pared noreste fue construida o reconstruida de acuerdo a esta inclinación. Se ha encontrado una huella de haber intentado aplanar la superficie de la pared lateral, raspando la prominencia que sale de la pared noreste, lo cual fue probablemente para ajustar la pared lateral a la distorción de la central. Es posible que el complejo haya sido abandonado antes de reconstruir la pared central.

Sea cuando fuese el momento en que se produjo el hundimiento y la dislocación, el Templo se ha mantenido durante varios siglos en el estado en que se encuentra actualmente.

Tampoco se ha identificado cambio alguno en la Cámara de los

Ornamentos.

10. La Mansión Sacerdotal: Se reconoce la reparación efectuada en la pared de la portada. No se identifica el avance de la destrucción.

11. Intihuatana: La apariencia cambió en gran medida antes y después de la reconstrucción efectuada por el Patronato Departamental de Arqueología de Cuzco. No se ha identificado cambio posterior salvo el derrumbamiento del último peldaño superior de la estalinata del norte. Se ha encontrado grieta vertical en la parte superior de los andenes del lado de la Plaza, que no aparece en las fotografías del Sr. Matsuzawa; se desconoce cuándo se produjo.

Hurin Saya

12. Grupo de las Cárceles: No hay mayores cambios salvo que los muros con hornacinas que rodean el Templo del Cóndor que son ahora más altos debido a la reparación efectuada. La grieta producida en la roca natural en la parte inferior del Templo parece no haber variado; sin embargo no es una roca tan sólida como para dejarla sin tratamiento.

13. Sector de los Morteros: Pese a que la apariencia del sector ha variado en gran medida antes y después de las reparaciones efectuadas por el Patronato Departamental Arqueológio de Cuzco, no se ha identicado gran avance de destrucción al comparar con las fotografías del Sr. Matsuzawa.
Sin embargo, aún no se ha tomado medidas concretas contra el mal drenaje de

agua del sector que puede provocar el hundimiento de los edificios.

14. Sector Civil: Pese a que hay pocas fotos del sector, se cree que los edificios no han sufrido más variación que la de reconstrucción.

15. Adoratorio de rocas: No hay variación.

16. Escalinatas y Acueducto: No hay variación.

17. Cementerio: No se pudo comparar por cuanto no hay fotografías del Sr. Matsuzawa.

18. Roca Sagrada: La reparación de Wayrana es el único cambio identificado.

19. Waynapicchu: No se pudo hacer el estudio comparativo de la destrucción por cuanto no hay fotografías del sector. Los muros bajos que rodean un grupo de rocas naturales en la parte superior de las ruinas parecen haber sido abandonados a medio contruir.

20. Templo de la Luna: No se identifica el avance de destrucción al comparar con las fotos del Sr.Matsuzawa. Nos ha sorprendido los numerosos garabatos escritos en las paredes. Probablemente se debe a mantenimiento insuficiente por cuanto pocos turistas llegan a visitar a este monumento. Sin embargo, es menester tomar medidas necesarias de controlar los pocos turistas que hay y que dejan garabateados los monumentos, así como reparar

el Camino Inca que conduce al monumento. El edificio del interior de la roca, al igual que las paredes superiores de Waynapicchu, parecen haber sido abandonado a medio construir.

21. Puente Inca e Intipunku: No se pudo comparar debido a que no se ha tenido fotografías del Sr. Matsuzawa. Sin embargo, se cree que el estado de conservación es relativamente buena.

Esto fue un resumen del estado actual de cada sector y monumento. La destrucción de las ruinas de Machupicchu no se ha avanzado por lo menos en los últimos años, encontrándose en buen grado de estabilidad. Como se ha expuesto detalladamente en el "9. Templo del Sol", la mayoría de la dislocación de piedras murales se produjo en la época remota, y ya existía cuando se descubrieron los monumentos. Para conocer correctamente el estado actual de las ruinas, sería necesario estudiar y comparar la gran cantidad de fotografías tomadas por Bingham y conservadas actualmente en los Estados Unidos, así como reunir las fotografías tomadas antes y después de la reconstrucción y reparación con el fin de comprobar el grado de destrucción de los monumentos antes de ser reparados.

Si bien es cierto que las acciones naturales no han influído en gran medida a la destrucción de los monumentos, lo que nos preocupa es el daño causado por los turistas como es el caso del Templo de la Luna. Creemos que el sistema de control actual no presta suficiente atención a los turistas. Por ejemplo, sería conveniente determinar la ruta de los turistas dentro del complejo con los tableros informativos en los sitios

principales y prevenir que los turistas toquen imprudentemente los monumentos arqueológicos. Las Ruinas de Chanchán podría ser un modelo. Asimismo, es importante consolidar el sistema de vigilancia para prevenir los accidentes y comportamientos imprudentes de los visitantes.

De la misma manera, sería conveniente mantener en perfecto estado el Museo del Sitio de Machupicchu ubicado cerca de la Estación Puente Machupicchu, con el fin de difundir la importancia de las ruinas a los turistas. Para ello, es necesario crear las tres siguientes secciones de exhibición : (1) los objetos arqueológicos de Machupicchu, (2) los objetos incaicos y (3) objetos arqueológicos de otras regiones y culturas; y paralelamente preparar una cronología y mapas para indicar la historia y ubicación de Machupicchu.

En esta oportunidad, queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a la Srta. Alminda Gibaja Oviedo, Sr. Fernando Astete Victoria y Srta. Sofía Iglesias Bedoya de la Oficina de Cuzco del Instituto Nacional de Cultura, por su colaboración y los valiosos consejos que nos han brindado.