

De todo lo expuesto en lo anterior, resulta que el grado de civilizacion en que estaban los hombres de los tiempos de Homero, era ya mui avanzado, con el cual de ninguna manera puede pugnar, que las formas, bajo las cuales la tal civilizacion se presenta, tengan a menudo algo de natural, filial i aun de pueril.

A la relacion conyugal corresponde perfectamente en Homero la relacion de los niños con sus padres; porque la una es siempre el resultado natural de la otra. Pues la relacion que hai entre los hijos i sus padres es considerada en Homero la mas sagrada; i se cree que la dureza que acaso muestran los primeros para con los últimos, será castigada por los dioses mismos.

La crianza física de los niños era puesta al cuidado ya de la madre, o ya de niñeras i nodrizas llamadas *τροφοί* (96), las cuales permanecian para siempre en la casa. I aunque las mismas madres criaban comunmente a sus hijos, sin embargo no eran desconocidas las nodrizas; se menciona, por ejemplo, Euricléa como la de Ulises (97).

Pero no solamente los primeros servicios, sino tambien los últimos prestaban a los que pertenecian a su casa; es decir, en casos de muerte, en que los parientes jeneralmente mostraban mucho interes, la mujer o la madre empezaba a cantar el cántico lúgubre llamado *γός* (98), i las criadas acompañaban; pues aun no se conocian las plañideras mercenarias. Las mujeres se encargaban tambien de lavar los cadáveres de las personas muertas de su casa, vestirlos i cerrarles los ojos (*τοὺς ὀφθαλμοὺς καθελεῖν*) (99), deberes sagrados que correspondian a los parientes mas próximos. (100)

Doctor JUSTO FLORIAN LOBECK, Profesor Universitario.

EDIFICIOS ESPUESTOS A LOS TEMBLORES.—*Observaciones sobre su estabilidad, comunicadas a la Facultad de Ciencias Matemáticas por el ingeniero M. Eduardo Salles.*

Consideremos desde luego una muralla aislada que tenga, independientemente de su propio peso, otro segundo sobre su cima. Si el suelo

(96) Homer. *Odyss.* lib. II. v. 361. etc.

(97) Homer. *ibid.* loc. cit.

(98) Homer. *ibid.* lib. IV. v. 103. etc.

(99) Homer. *Iliad.* lib. XI. v. 453; *Odyss.* lib. XI. v. 426; i lib. XXIV v. 296.

(100) Al concluir este trabajo, me cabe el honor de cumplir el grato deber de dar las gracias a la Direccion de los *Anales* i a la de la Imprenta del *Ferrocarril*, por la perfeccion con que ha salido su impresion.

en que está cimentada experimenta oscilaciones, la muralla en virtud de su propia elasticidad se inclinará, ya en un sentido, ya en otro. La estension i rapidez de estas deformaciones dependen de la naturaleza de las oscilaciones del suelo, i de la lei segun la cual se suceden. Seria, pues, necesario conocer esta lei para determinar exáctamente los efectos que experimente la muralla. Pero este dato nos es enteramente desconocido, i no se puede, por otra parte, buscarlo en un fenómeno tan complejo como lo son las oscilaciones debidas a los temblores. Es, pues, imposible calcular exáctamente los efectos producidos, pero se puede apreciar el carácter jeneral i llegar a consecuencias útiles en la práctica, como vamos a verlo.

Supongamos una série de oscilaciones que tengan una direccion horizontal i normal a la superficie de la muralla, cuyo movimiento queremos estudiar. Consideremos, entre los hechos que van a producirse, el momento en que la oscilacion ha alcanzado su mayor intensidad i en que la muralla ha llegado a la mayor flexion que debe experimentar. Supongamos en fin que la lei de la oscilacion sea tal, que la muralla permanezca un instante mui corto en este estado de mayor flexion, bajo la influencia de la aceleracion que le comunica el suelo, i tambien bajo la influencia de las fuerzas que gravitan sobre ella o de las que desarrollan la elasticidad de los materiales de que se compone. Por la naturaleza misma de la cuestion se conóce claramente que la muralla no puede tomar sino dos clases de movimientos: el uno de traslacion en la direccion de la oscilacion, el otro de flexion o de rotacion en torno de su base o de otra seccion horizontal. Las ecuaciones del movimiento serán tambien dos: las formaremos espresando las condiciones del equilibrio de las fuerzas perdidas, conforme al teorema de D'Alembert. Pero desde luego busquemos cuáles son las fuerzas que deben entrar en ellas, i pongamos de manifesto las que pertenecen a la resistencia de la muralla, pues son las que nos importa conocer.

Consideremos una seccion horizontal a la altura y , de la base de la muralla. Ella resiste de dos maneras: 1. ° por la adherencia de los materiales que impide el derrumbe en el plano de esta seccion: 2. ° por la resistencia que opone a la flexion. Llamemos F la primera, i R el mayor valor de las fuerzas elementales desarrolladas por la flexion, estando ámbas referidas a la unidad de superficie. Adoptaremos ademas las designaciones siguientes:

- h altura de la muralla.
- e espesor de la muralla.
- k peso de un metro cúbico de albañilería.
- g aceleracion debida a la gravedad, la cual es 9 m 80.
- p carga encima de la muralla.

v aceleracion producida por la oscilacion del suelo en el momento que consideramos

Las componentes horizontales de las fuerzas aplicadas a la parte de la muralla que está encima de la seccion y i su momento de rotacion con relacion a un eje horizontal que pasa por el centro de elasticidad de la seccion y , son las siguientes:

1. ° *Fuerzas de inercia.*—Su componente horizontal es la integral entre los límites h e y de la expresion

$$\frac{e k v}{g} d y$$

la cual es:

$$\frac{e k v}{g} (h-y)$$

El momento de rotacion de estas fuerzas es la integral de la expresion.

$$\frac{e k v}{g} (h-y) d y$$

que debe ser tomada entre los mismos límites, de que nos resulta la siguiente:

$$\frac{e k v}{g} \left(\frac{h-y}{2} \right)^2$$

2. ° *Peso de la muralla.*—Esta fuerza como es vertical no tiene componente horizontal. Su momento de rotacion seria, llamando a la distancia al centro de gravedad con relacion a la vertical.

$$e k (h-y) a$$

Pero como nosotros buscamos los medios para conservar la muralla en cuestion, i no la lei de su caída, no raciocinaremos sino para el caso de que aun no haya tenido lugar la destruccion o ruptura de la muralla, ni aun la dislocacion de los materiales, lo que supone que la flexion es mui débil, i que por consiguiente a es mui pequeña. En este caso podemos despreciar el momento del peso de la muralla, pues tiene una influencia insignificante. Solo nos resta prevenir que nuestras ecuaciones no tendrán aplicacion mas allá del momento en que principie la alteracion i por consiguiente la ruina de la construccion.

3. ° *Carga p encima de la muralla.*—Este peso no debe introducir ningun elemento en las ecuaciones, por los mismos motivos que hemos manifestado a propósito del peso de la muralla. Pero la masa que compone este peso i que está representado por el techo, produce fuerzas de

inercia que es preciso tomar en consideracion. Su componente horizontal es:

$$\frac{P}{g} v$$

i el momento de rotacion

$$\frac{P}{g} v (h-y)$$

4. ° *Adherencia F.*—Esta fuerza nos da por componente

$$F e$$

Su momento es nulo porque está situada en el plano del eje de rotacion.

5. ° *Resistencia a la flexion.*—Esta resistencia produce una simple *pareja*. Llamaremos J el momento de inercia de la seccion *y* en torno del eje de rotacion: esta pareja tiene por expresion

$$\frac{2 R J}{e}$$

Como en el caso que nos ocupa, la seccion *y* es un rectángulo que tiene por lados *l* i *e*, tendremos para el momento de inercia de la seccion

$$J = \frac{e^3}{12}$$

I por consiguiente el valor de la pareja producida por la resistencia elástica de la seccion es:

$$\frac{R e^2}{6}$$

Ecuaciones del movimiento.—Es necesario que la suma de las componentes horizontales i que la suma de los momentos que acabamos de analizar sean nulas cada una por su parte. Tendremos pues:

$$F e - \frac{e k v}{g} (h-y) - \frac{P}{g} v = 0$$

$$\frac{R e^2}{6} - \frac{e k v}{2 g} (h-y)^2 - \frac{P v}{g} (h-y) = 0$$

De donde sacamos el valor de las resistencias desconocidas F i R .

$$F = \frac{k v}{g} (h-y) + \frac{p v}{g e}$$

$$R = \frac{3 v}{g e} (h-y) \left(k (h-y) + \frac{2 p}{e} \right)$$

El exámen de esas ecuaciones nos demuestran que las incógnitas F i R aumentan a medida que y disminuye, i que toman su mayor valor cuando y es igual a cero. Entónces son:

$$(1) \quad F = \frac{k v h}{g} + \frac{p v}{g e} = \frac{k v}{g} \left(h + \frac{p}{k e} \right)$$

$$(2) \quad R = \frac{3 v}{g e} h \left(k h + \frac{2 p}{e} \right) = \frac{3 v k}{g e} h \left(h + \frac{2 p}{k e} \right)$$

Así, la base de la muralla es la parte que experimenta los mayores esfuerzos de destruccion ocasionados por las oscilaciones del suelo; alli es donde la resistencia de la muralla deberia ser la mayor posible.

Si en lugar de una muralla llena, como acabamos de suponer, aplicamos nuestros cálculos a una llena de aberturas, como lo son las fachadas de las casas, encontraremos que existe otra línea peligrosa a la altura de los apoyos de las ventanas, i que en ciertas circunstancias, que dependen del espacio i de la altura de ellas, la construccion puede perecer por este punto aun mas fácilmente que por la base.

Introduzcamos ahora en las formulas (1) i (2), cifras que las aproximen a los casos prácticos; i supongamos $k=2000$ kilogramos, peso medio de la albañilería: $p=1000$ kilogramos, número que debe aproximarse al peso medio producido por los techos de teja sobre un metro corrido de muralla: i finalmente como el espesor del muro varia segun su altura, supondremos tambien

$$e = \frac{1}{8} h$$

Introducidas estas hipótesis en las ecuaciones, dan

$$(3) \quad F = \frac{2000 v}{g} \left(h + \frac{4}{h} \right)$$

$$(4) \quad R = \frac{48000 v}{g} \left(h + \frac{8}{h} \right)$$

Consecuencias de las fórmulas.—Las expresiones (3) i (4) tienen ám-

bas un valor *minimum*, como es fácil reconocerlo desarrollando las ecuaciones diferenciales.

$$\frac{d F}{d h} = 0 \quad \frac{d R}{d h} = 0$$

Los valores deducidos de estas ecuaciones, son $h=2^m$ para la primera, i $h=2^m 8$ para la segunda. Cuando h crece desde 0 hasta los valores arriba indicados, F i R disminuyen; i esto a consecuencia de que el aumento de estabilidad producido por el aumento del espesor de la muralla predomina sobre el efecto contrario resultante del aumento de la altura. Pero cuando la altura sobrepaja los límites del *minimum*, todo aumento hace crecer los esfuerzos destructores, en tal proporcion que cuando se dobla la altura de la muralla, aun tomando la precaucion de doblar el espesor, la solidez se reduce en la proporcion de 3 a 2.

Supongamos ahora que se aumente la altura de la muralla conservando el mismo espesor, hipótesis que sin duda es la que mas se aproxima a la práctica. Las fórmulas (1) i (2) nos manifiestan que el esfuerzo destructor F aumenta casi en la misma proporcion que la altura, i el esfuerzo R casi en la proporcion del cuadrado de la altura. Por consiguiente doblando la altura de la muralla se hace su solidez mas o ménos cuatro veces menor, o en otros términos, se cuatricula el peligro de la caída.

Importa saber, tambien, cuál es la clase de albañilería que ofrece mayor solidez en las contrucciones. Supongamos tres murallas construidas con materiales diferentes, pero todas elevadas a la misma altura de 4 méetros i sorportando un peso de mil kilógramos (1000 kil.) por méetro corrido. La primera será de cal i ladrillo o mampostería, la segunda de ladrillo i barro, i la tercera de ladrillos crudos o adobes. La diferencia de las masonerías se halla caracterizada en nuestros cálculos por el peso de los materiales designados por la letra K, i por los esfuerzos que pueden soportar sin rasgarse o abrirse, o mas bien, sin experimentar alteracion alguna. A falta de esperiencias exactas sobre los materiales empleados en Santiago, nos contentaremos con apreciaciones aproximativas, basadas sobre los resultados obtenidos en otras partes. Adoptaremos para el peso de un metro cúbico de adobe 1500 kil. Supondremos ademas que las dos primeras murallas tienen 0 m, 50 de espesor, i la tercera 0 m, 60. Introduciendo estos datos en las fórmulas precedentes, hallamos que F i R son los mismos en las dos primeras murallas, pero en la tercera se reducen de $\frac{1}{3}$ mas o ménos. Esa disminucion es, pues, lo que se gana empleando el ladrillo crudo o adobe; veamos ahora lo que se pierde. Las tres especies de materiales empleados en las murallas en cuestion, no están dotadas de la misma fuerza de resistencia. El ladrillo

cocido de mediana calidad puede soportar sin alterarse un esfuerzo de traccion de un kilogramo por centímetro cuadrado, i la mezcla de cal gorda, un esfuerzo de 0,50 kilogramos. En cuanto al ladrillo crudo o adobe, la cuestion es difícil de resolver, porque la resistencia es variable segun el grado de sequedad; sin embargo, como es evidente para todo el mundo que la demolicion de una buena albañilería es mucho mas difícil que la de una muralla de ladrillos crudos o adobes, sea cual fuere su estado i su calidad, admitiremos que la resistencia que pueden presentar estos materiales es mui inferior a 0,50 kilogramos por centímetro cuadrado, que es por ejemplo la tercera o cuarta parte de esta cifra. En esta hipótesis el empleo del ladrillo crudo o adobe haria perder los dos tercios o las tres cuartas partes de la resistencia de la muralla, al paso que solo disminuiria de un tercio el esfuerzo destructor ocasionado por la oscilacion del suelo; admitiendo aun, que la fuerza de resistencia del ladrillo crudo o adobe fuera igual a la mitad de la fuerza de una buena mezcla de cal, la pérdida de solidez estaria en la proporcion de 4 a 3. Para que hubiera igualdad de solidez entre las dos albañilerías, seria preciso suponer en los ladrillos crudos o adobes los dos tercios de la resistencia de la mezcla de cal; pero esto no es admisible sino en caso que la mezcla haya sido mui mal hecha i las murallas mui mal construidas. Este caso puede presentarse en este pais, i puede así esplicarse esta creencia jeneralmente admitida como un resultado de la experiencia, que el empleo de la tierra es preferible al de la cal en las albañilerías. Pero esta observacion que puede ser cierta en algunas circunstancias, a causa del poco peso del ladrillo crudo o adobe, no es aplicable al ladrillo cocido empleado con mezcla de barro, pues la albañilería que así se construye, es tan pesada como aquella en que se emplea la cal. En lugar de emplear el ladrillo i mezcla de barro, o lo que es lo mismo, poner un elemento debil al lado de otro fuerte que no puede prestarle ningun socorro, seria preciso al contrario emplear la cal hidráulica, la cual, sin aumentar el peso de la albañilería, daria a las murallas dos i aun tres veces mas solidez que la mejor cal gorda. La comparacion de la 1.^a i 3.^a muralla, i la aplicacion en nuestras fórmulas de las cifras admitidas para el peso i la fuerza de resistencia de las diferentes especies de materiales, nos conducen al resultado siguiente: las albañilerías con cal hidráulica de calidad media, son 4 i 5 veces mas sólidas que las de ladrillo crudo o adobe. Pronto veremos que la superioridad es realmente mucho mayor. Examinemos primero la muralla de calidad intermedia, formada de ladrillo i barro. Como ya hemos dicho, las fórmulas indican que los esfuerzos destructores F i R son los mismos que si la mezcla fuera de cal. La naturaleza de la albañilería no proporciona, pues, ninguna ventaja; sin embargo, nos hace perder mucho, pues es necesario no apreciar su resistencia, teniendo en vista la del ladrillo que es un

elemento fuerte, sino el elemento débil que es la capa de barro interpuesta. Considerándola únicamente bajo este punto de vista, debería juzgársele mas mala que las dos precedentes, puesto que participa a la vez de los inconvenientes de la mas pesada i de la debilidad de la ménos sólida; pero esto no seria exacto, al ménos de una manera absoluta, pues no debe olvidarse que solo consideramos una circunstancia mui escepcional de la construccion, el peligro de los temblores, miéntras que en realidad el objeto de las murallas no es únicamente resistir a este peligro. Los inconvenientes que a este respecto tienen, pueden compensarse por ventajas en otros sentidos.

Podemos aun, sin abandonar el objeto que nos ocupa, rectificar la conclusion que hemos indicado, i esplicarnos el uso tan frecuente de las construcciones de la segunda especie. El ladrillo crudo i la tierra son mui higrométricos i su resistencia disminuye a medida que se impregnan de humedad, i esta influencia perniciosa se manifiesta sobre todo en las partes bajas de las murallas i en los cimientos constantemente en contacto con un suelo húmedo. Ademas, hemos demostrado que es tambien en las partes bajas donde los esfuerzos destructores desarrollan su mayor intensidad. Esta coincidencia de un aumento de peligro i de una disminucion de solidez en la base, explica suficientemente por qué las construcciones en que entra la tierra son tan defectuosas i deben evitarse en cuanto sea posible. Las mas malas son mas higrométricas; así los adobes i ladrillos crudos valen ménos que las murallas de ladrillo i barro.

Consideremos ahora, en lugar de una muralla aislada, una casa con sus murallas interiores i exteriores, su techo, sus puertas i ventanas. Supongamos que la direccion de la oscilacion la tome del lado mas débil, en el sentido de la anchura. Si pudiésemos considerar las murallas i el techo como un conjunto perfectamente unido i bastante solidario para doblegarse como un solo cuerpo, las ecuaciones que hemos sentado deberian cambiarse. Pero no sucede así; i basta pensar en el modo de construccion usado, por mas prolijo que sea, i en haber observado el mas ligero temblor para convencerse que el techo i las murallas forman articulaciones que juegan a cada oscilacion, de suerte que las murallas, aunque sujetas a oscilar simultáneamente, se doblegan mas o ménos como si estuviesen aisladas. Las murallas interiores, si estuviesen mui inmediatas i solidamente unidas a las exteriores, aumentarían la estabilidad del conjunto de la construccion: pero jeneralmente son hechas con poco cuidado, i su union con las exteriores, casi siempre se halla destruida por las trisaduras que ocasiona la desigualdad con que bajan. Sin embargo, aumentan la estabilidad, pero en un grado tan insuficiente i tan incierto que no puede inspirarnos confianza miéntras no se haya cambiado el jénero de construccion, i sobre todo miéntras no se empleen masonerías de primera calidad. Esto es cierto principalmente para las

porciones de murallas que están distantes de las interiores i que ademas se hallan separadas por puertas i ventanas. Las porciones así colocadas se resienten mui poco de su union con las murallas interiores; se doblegan mas o ménos como si estuviesen libres, de suerte que las conclusiones a que hemos llegado para las murallas aisladas, les son aplicables. Al ménos así es necesario considerarlas en la práctica, a fin de no sufrir equivocaciones.

¿Podría remediarse este inconveniente i encontrar el medio de establecer una union a toda prueba entre las murallas exteriores, las interiores i el techo? Creo que esto no podria tener un éxito completo sino en las construcciones de fierro i de madera, materiales que no exigen la colocacion en obra de masas mui pesadas, i que resisten a la traccion tan bien como a la compresion. El resultado no seria tan cierto i tan fácil de obtener con masonerías, por que resisten mucho ménos a la traccion que a la compresion: esta desigualdad de resistencia es tal que, en la práctica, jeneralmente, se evita el esponerlas a los esfuerzos de traccion. Sin embargo, el empleo de la masonería no puede ponerse en duda en los mas de los casos. Aceptándolas como una necesidad, apesar de los inconvenientes evidentes, es preciso acompañarlas de todas las precauciones que pueden corregir sus defectos. Es necesario tratar de establecer una union tan sólida cuanto sea posible en todas las murallas, como tambien con el enmaderado del techo; i sin contar con un éxito completo en la operacion, es preciso ademas disponer todas las murallas como si debiesen resistir, cada una por su parte i sin union con el resto del edificio, a la accion destructora de los temblores. Así, las condiciones de estabilidad de los edificios, aunque mas complejas que las de las murallas aisladas, tienen su punto de partida en el caso mui sencillo cuyo análisis hemos dado al principio. Al presente no buscamos como podria realizarse la union de las murallas entre sí i con los techos: nos basta manifestar la necesidad, i continuamos la discusion de las fórmulas.

Hemos manifestado cuál es la influencia de la altura i del espesor de las murallas, como así mismo la de la naturaleza de los materiales empleados. Las fórmulas (1) i (2) nos manifiestan, ademas, que los esfuerzos destructores F i R disminuyen, al mismo tiempo que la carga p soportada por metro corrido de muralla. Observemos que las murallas de las casas, i particularmente las exteriores, contienen un gran número de aberturas, de manera que la carga repartida sobre sus vertices, la soportan enteramente las partes llenas: así p se compone de una parte mas o ménos grande del techo segun el espacio i el ancho de las aberturas, i del peso de la masonería situada sobre estas aberturas. Si se quiere disminuir p para debilitar los esfuerzos destructores, se pueden emplear separada o simultáneamente los tres medios siguien-

tes: 1.º disminuir el número o el ancho de las aberturas, a fin de repartir la carga sobre mayor estension de muralla llena; 2.º disminuir por todos los medios posibles el peso de los techos, de las cornizas i de los antepechos; i 3.º disminuir el volúmen i el peso de las partes llenas sobre las aberturas, ya sea evitando colocar masonerías pesadas, ya sea colocando las aberturas a un nivel mas elevado.

Este estudio nos conduce a otra cuestion importante para la estabilidad de las construcciones i que no se halla comprendida en las fórmulas precedentes. Queremos hablar de los cimientos i del suelo sobre que reposan. Su influencia es incontestable i es mui fácil el darse cuenta de ella. Los temblores afectan direcciones bien determinadas, i se propagan segun líneas mas de largo que de ancho. Imagínese una seccion vertical perpendicular a la direccion de la zona conmovida, i se verá que su movimiento oscilatorio debe ser análogo al de una muralla embutida por sus dos estremidades i sometida a la accion de fuerzas que obrarian sobre puntos vecinos a su base. Este movimiento, partiendo de un centro de conmocion que sin duda se halla a una gran profundidad debajo del suelo, se propaga sucesivamente hasta la superficie al traves de todas las capas que forman la corteza terrestre. Estas capas no son las mismas en los diversos puntos de una misma comarca; difieren en densidad i elasticidad, i se suceden en un órden variable, de suerte que el movimiento de propagacion debe ser mui diferente segun los lugares, i aun en cada puuto segun la direccion del movimiento. Seria mui difícil calcular exactamente cuál es la sucesion i composicion de las capas mas desfavorables a la trasmision de los sacudimientos interiores; ademas, esto no tendria ningun interes práctico. Nos basta darnos cuenta de la influencia de las capas superiores. Para mejor apreciar la diferencia, consideremos separadamente los dos casos extremos que pueden presentarse: 1.º la superficie formada de una o muchas capas de rocas compactas i poco compresibles; 2.º la superficie formada de tierra impregnada de agua i fácilmente compresible. Es evidente que si las capas, en la primera hipótesis, fueran enteramente incompresibles en todo el ancho de la zona conmovida, e invariablemente unidas a los terrenos inmóviles de los costados de esta zona, el movimiento no las alcanzaria; pues, la oscilacion no puede existir sino a condicion que haya compresion de un lado i dilatacion del otro. Habria, pues, una ruptura interior, i el movimiento se produciria debajo de la superficie. Pero en realidad todos los cuerpos son compresibles, de manera que la oscilacion se transmitirá sucesivamente a las capas de rocas i se manifestará a la superficie, pero con una intensidad tanto mas débil cuanto, mas se aproxime la roca a la incompresibilidad absoluta. Los efectos serán mui distintos en la hipótesis de las capas compresibles; no solamente reproducirán el movimiento

inferior, sino que una vez conmovidas, su fuerza viva se apagará mas difícilmente a causa de la elasticidad; la amplitud de la oscilacion será por consiguiente mucho mayor, o probablemente su velocidad tambien: las consecuencias serán entónces sumamente desastrosas para todas las construcciones que reposan sobre esta base. El suelo experimentará violentos sacudimientos; la superficie, unas veces comprimida i otras dilatada de una manera excesiva, sufrirá alteraciones que se manifestarán, segun las circunstancias, por elevaciones locales o por endiduras. Debemos concluir de aquí que los terrenos compresibles, i particularmente las tierras lijeras impregnadas de agua, son las mas peligrosas, i que por consiguiente es necesario evitar en cuanto sea posible establecer construcciones en ellas, o si la localidád de las construcciones se halla determinada de ante mano, como en las ciudades, es preciso resguardarla de la humedad por todos los medios practicables. Esta consideracion nos conduce a condenar las distribuciones de aguas por medio de acequias, como las de Santiago, que conservan en el suelo una humedad permanente i funesta bajo todos sentidos.

Hablamos aquí únicamente de los efectos de la capa superior del suelo, porque allí encontramos una conclusion práctica, aplicable en muchos casos. Señalamos un inconveniente que puede evitarse, sin pretender que esto sea una garantía absoluta de seguridad. En efecto, si por evitar las tierras húmedas se construye sobre rocas compactas como el granito o el pórfido, que presentan talvez masas contínuas desde el centro de sacudimiento hasta la superficie, es evidente que las oscilaciones se propagarán hasta las construcciones que ahí se levanten; valdria mas sin duda, si la eleccion fuese posible, que se colocasen sobre formaciones jeológicas, compuestas hasta una gran profundidad de una série de bancos de rocas poco compresibles, separadas por masas tierrosas a la vez que livianas i mui elásticas, pues estas masas harian el oficio de resortes para suavizar i estinguir el movimiento. Pero esta disposicion no se encuentra en todas partes; ademas, la eleccion de un local es demasiado limitada para permitir consideraciones de esta naturaleza. Es preciso, pues, aceptar la constitucion del suelo tal cual es, i contentarse con disminuir los inconvenientes que no pueden evitarse completamente.

Conclusiones.—Reaumo todas las consecuencias de este trabajo en las observaciones siguientes, que me parecen dignas de ocupar sériamente la atencion de los constructores.

Los terrenos mas a propósito para recibir construcciones son los ménos higrométricos, tales como la roca, la arena i el cascajo. Cuando se colocan cimientos sobre la tierra, importa alejar el agua de ellos, o por lo ménos, hacerla salir a la superficie, a fin de impregnar lo ménos posible el suelo inferior.

Las masonerías hechas con las mejores cales hidráulicas o con cemento, son las que presentarán mayor seguridad contra los temblores. Las de ladrillos crudos o adobes son las peores i las más peligrosas; en fin, las que se componen de ladrillo i barro, no se recomiendan sino por una ventaja bien evidente, la de hallarse ménos espuestas a la desorganizacion que produce la humedad en los cimientos; todas las demas ventajas son mui cuestionables en el caso de un temblor, por que son mui pesadas i oponen mui poca resistencia a las fuerzas que tienden a hacerlas caer.

Cuando se construyen murallas de adobes o ladrillos crudos, ya sea dentro o fuera de las casas, la perfecta sequedad del suelo llega a ser una cuestion capital para la conservacion de estos muros i por consiguiente del edificio entero. La proximidad de las acequias, sobre todo cuando el nivel del agua está inmediato a la superficie del suelo, es un verdadero peligro para las murallas así colocadas.

Seria mui prudente no elevar un segundo piso sobre el primero. Cuando hai necesidad absoluta de aumentar así la altura de un edificio, conviene construirlo en su totalidad o en parte de madera, o bien aun, emplear masonería con cal hidráulica para todas las murallas, tanto interiores como exteriores, i unir las por fuertes enmaderados con los pisos i el techo.

Sea cual fuere la clase de masonería, debe evitarse colocar los muros interiores a gran distancia, i unirlos suficientemente a los muros exteriores. Esta union no será efectiva sino cuando las murallas interiores i exteriores se compongan de los mismos materiales i sean construidas con el mismo cuidado.

El número de las aberturas para las puertas i ventanas en las murallas del piso inferior, debe reducirse estrictamente a lo necesario, es decir: que no deben adoptarse por simple motivo de simetria, como sucede con tanta frecuencia en este pais. El nivel de las ventanas debe colocarse tan alto cuanto sea posible, en contraposicion al uso que las coloca demasiado cerca del suelo. Las aberturas practicadas para las puertas ofrecen mayor peligro que las para las ventanas, por que debilitan mas la base de la muralla, que es, como lo hemos demostrado, la parte mas comprometida de la construccion. El uso dominante en este pais de multiplicar las puertas mas allá de lo que exige el servicio interior, es pues vicioso i debe ser reformado. Los macizos sobre las puertas i las ventanas deben aliviarse, porque su peso no aumenta nada a la fuerza de la muralla i concurre a aumentar los esfuerzos destructores.

Los techos que se usan en este pais son mui pesados i por consiguiente mui peligrosos. Si no se cambia este sistema, que seria el mejor partido que debia tomarse, deben emplearse todos los medios para dis-

minuir el peso, i a este respecto la atencion debe contraerse principalmente a los puntos siguientes:

1. ° Las partes salientes de las cornizas i antepechos, que pueden considerarse como dependencias del techo, i que no son mas que objetos de adorno, podrian ser suprimidas, reemplazándolas por un equivalente ménos peligroso i mas apropiado a las condiciones locales.

2. ° La parte saliente del techo podria así mismo ser disminuida o completamente suprimida, pues no tiene otro objeto que garantizar las murallas contra la accion de las lluvias, i puede alcanzarse este objeto empleando canales, pinturas i masonerías con cal, por lo ménos en las partes bajas.

3. ° La capa de barro que se estiende sobre los techos ántes de colocar la teja, es un sobrepeso inútil, pues en los países donde las construcciones se hacen con el mayor cuidado, la teja se coloca sobre la madera simplemente con cuñas, sin otro intermediario. Este barro aumenta el peligro, por su peso i por la altura a que se encuentra colocado. Agreguémos tambien que en caso de desastre ocasiona polvaredas sofocantes, que son un peligro mas en medio de las ruinas.

Las columnas soportando entablamientos i sobre todo frontones, pueden ser considerados como murallas, cuyas partes llenas han sido reducidas al mínimum desde el vertice de la columna hasta su base. Cuando los entablamientos son de piedra o de ladrillo, como sucede generalmente, forman una construccion de la especie mas pesada. De aqui resulta que el conjunto puede ser considerado como el tipo mas completo de construcciones peligrosas, pues realiza al mismo tiempo el mayor debilitamiento de la base i el mayor sobre el peso de la cúspide. Por el interes de la seguridad pública deberia pues prohibirse en las calles i en los edificios públicos, a ménos de emplearse precauciones especiales para correjir los graves inconvenientes que presentan.

EXAMENES de los Establecimientos públicos de educacion de esta capital, rendidos a fines del año escolar correspondiente a 1860.—Adicion al artículo que sobre esto mismo se insertó en la página 393 de la 3.ª entrega de los Anales del presente año (a).

Santiago, enero 20 de 1861.—Señor Decano:—En cumplimiento de la comision con que US., a indicacion del señor Rector, tuvo a bien honrarme, he presenciado los exámenes que se rindieron en la “Acade-

(a) No habian llegado ántes a nuestras manos los informes que ahora publicamos.