

# CHURCHES, TOWERS, CONVENTOS:

Brief Overview of Historic Philippine Church  
Architecture and Construction Technology

Regalado Trota Jose

International Symposium on Seismic Retrofit of Unreinforced  
Masonry Churches of the Philippines

National Museum of the Philippines, Manila  
January 13, 2016

## Calamba, Laguna



*Vista del Volcan de ALBAY y la Yglesia de OAS.*

The pueblo of Oas, Albay

# ANDA, BOHOL





CEMETERY CHAPEL,  
BACLAYON, BOHOL



FUNERARY  
CHAPEL,  
LOON, BOHOL



SCHOOL, BACLAYON, BOHOL

LOON, BOHOL



## WATCHTOWERS IN BOHOL



PUNTA CRUZ, MARIBOJOC



PANGLAO



LOON



PAMILACAN,  
BACLAYON



DAUIS, BOHOL



Puente de Baclayoh. Bohol.  
Contruido por Recoletos.

**BRIDGE, BACLAYON, BOHOL**



**BRIDGE, DIMIAO, BOHOL**

**MARKET, BACLAYON,  
BOHOL**



# WOODWORK AND LIGHT VEGETAL MATERIALS



Church in Mati, Davao del Sur, 1895.





ANDA,  
BOHOL





Sierra Bullones (Bohol) Iglesia.

SIERRA BULLONES, BOHOL



DUERO, BOHOL





SARRAT, ILOCOS NORTE



BETIS,  
PAMPANGA

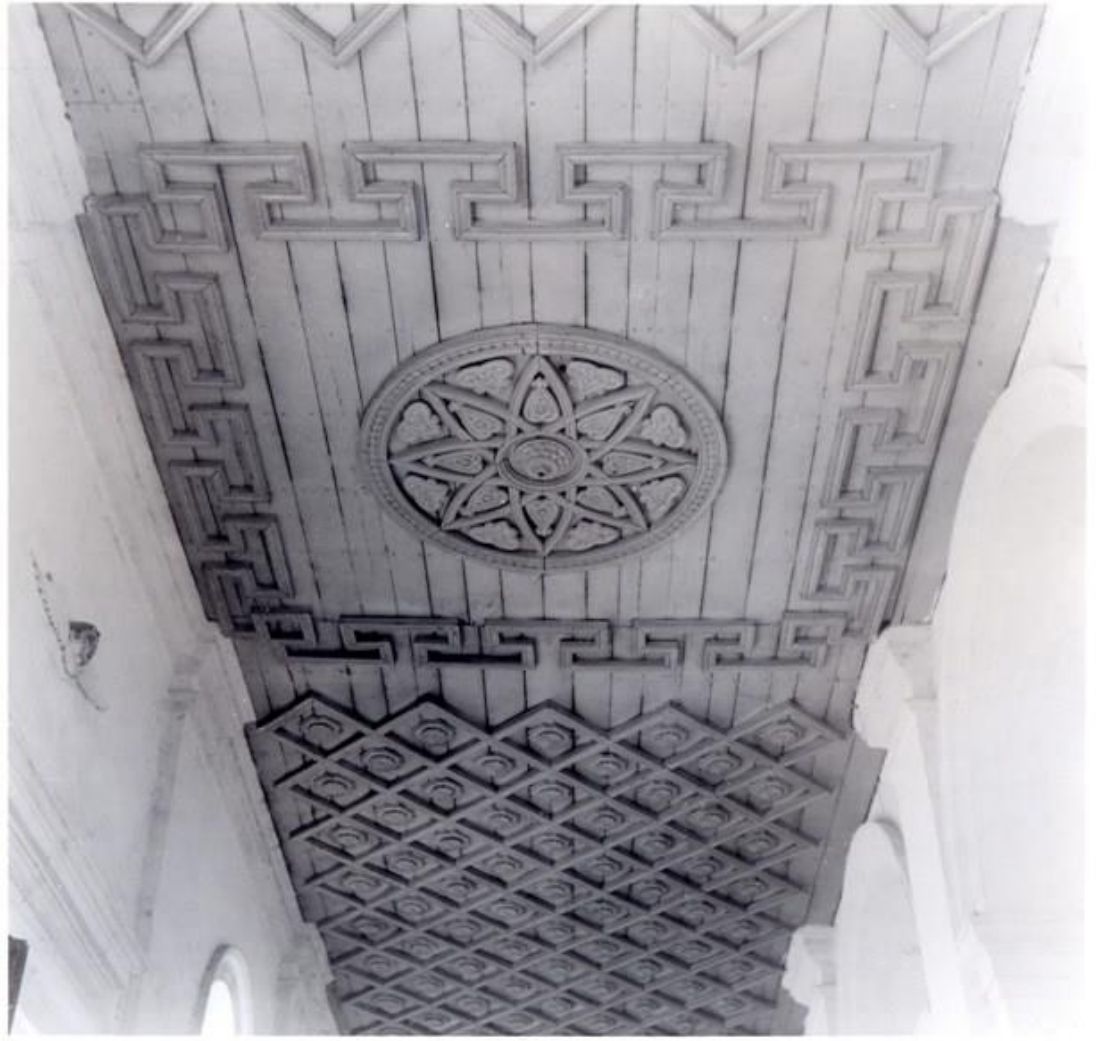


MINALIN, PAMPANGA

LOBOC, BOHOL

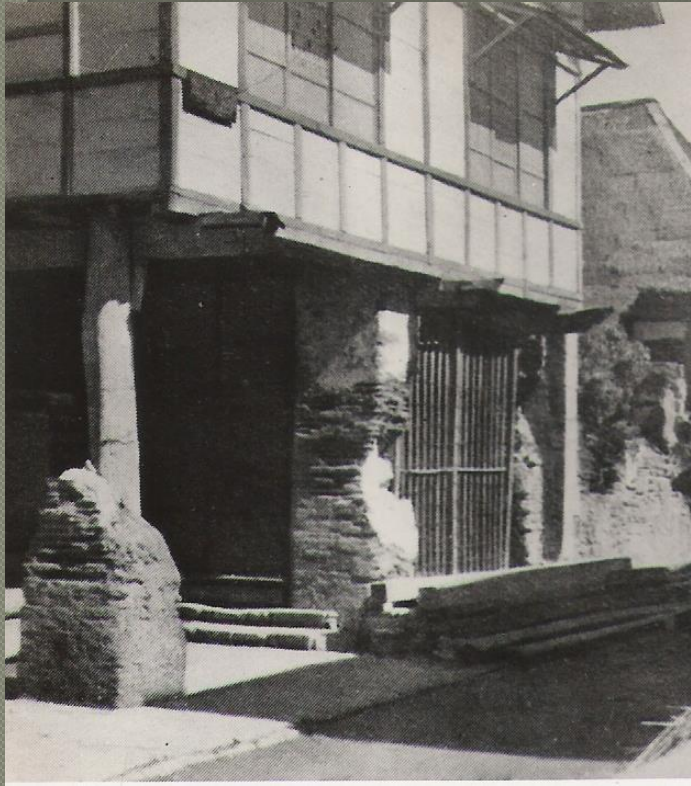
# PAN-AY, CAPIZ





CARCAR, CEBU

# Arquitectura Mestiza



Jesuit House, Cebu City

Tubigon,  
Bohol







Santa Barbara, Iloilo



**CHAVAYAN, SABTANG, BATANES**



**SAVIDUG, SABTANG, BATANES**



MABINI, BOHOL



ANDA, BOHOL

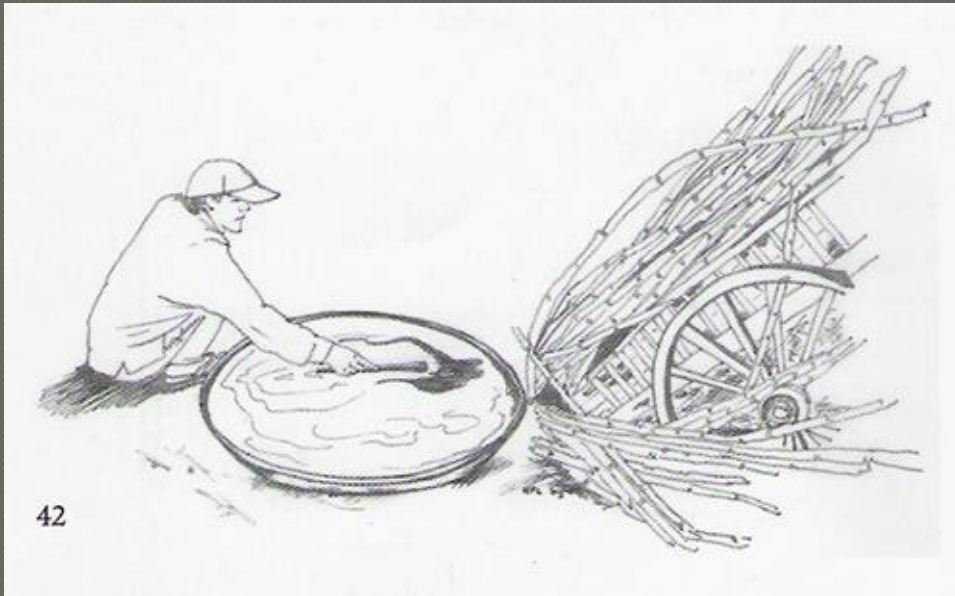


DIMIAO, BOHOL

# **ARGAMASA and PALITADA**

---

# Apog



Making *sablot* (molasses), Ilocos

Leaves of the *pusopuso* tree



# Piedra Bituca



Bangar, La Union



Pindangan, San Fernando, La Union



***Kuta Construction***



**Madridejos, Bantayan, Cebu**



## SAN AGUSTIN, INTRAMUROS







GUADALUPE, MEXICO

MEXICO CITY





Paoay, Ilocos Norte

## Piddig, Pocos Norte



# SINAIT, ILOCOS SUR

Fd 1591. Church renovated 1880s-1890s



# SINAIT, ILOCOS SUR



# Dipolog, Zamboanga del Norte





Paoay, Ilocos Norte



Sarrat, Ilocos Norte



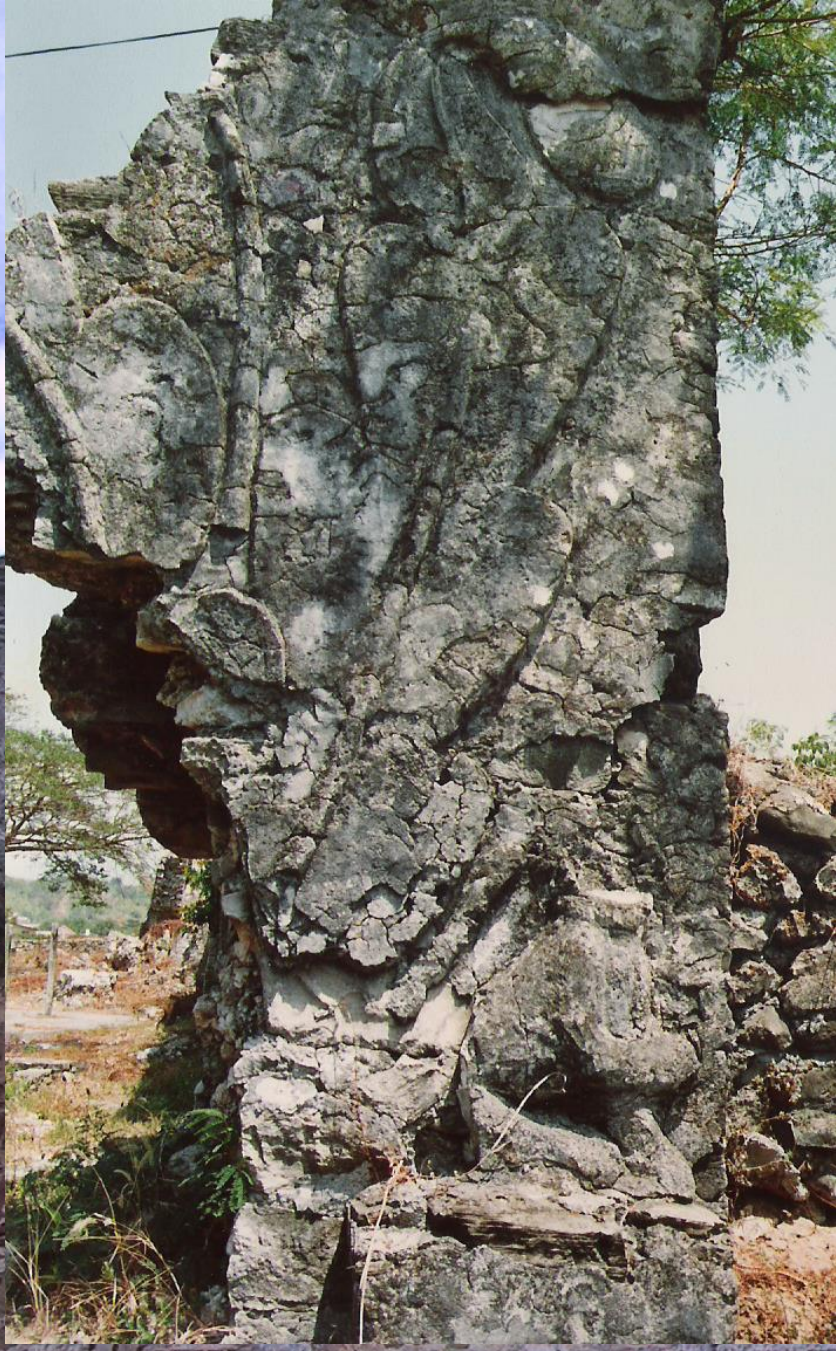
Bangar, La Union



San Nicolas, Ilocos Norte









Baliuag, Bulacan

# **IRREGULAR STONE**

*(Mampostería)*

**Pebbles, Boulders, Chipped Stone**

---



**CAPINATAN  
(NOW MATAGISI),  
PUDTOL, APAYAO**

**Fd 1614**

**Church built 1670s**

**Renovated 1890s**



## TUAO, CAGAYAN

Fd 1612

Church and convento  
expanded, 1860s-1890s





MALAUUEG (now RIZAL),  
CAGAYAN





**BATAD RICE TERRACES,  
IFUGAO**





## SANTA MARIA, ILOCOS SUR

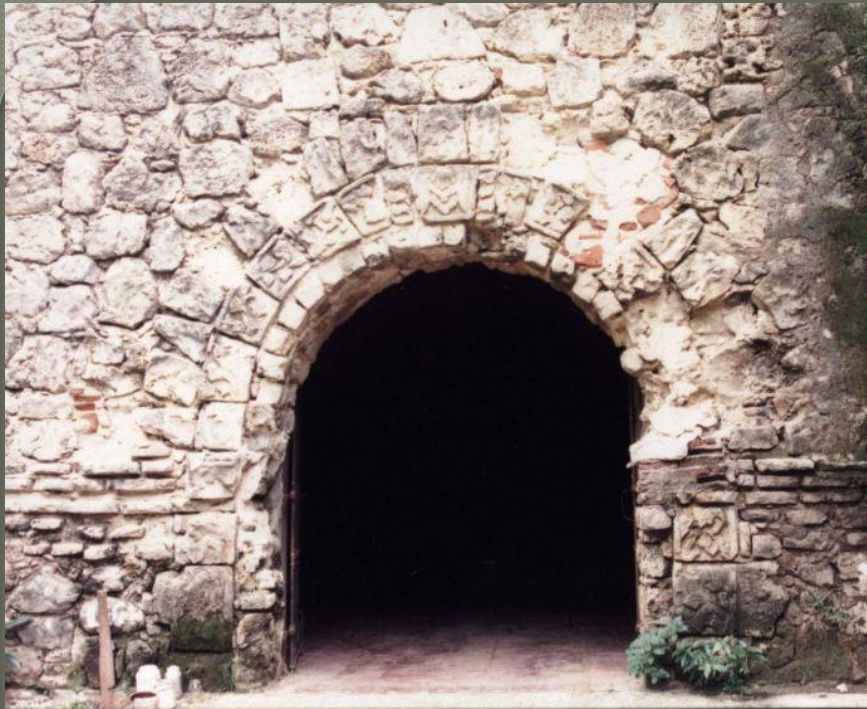






SAN FERNANDO CATHEDRAL,  
LA UNION

Fd 1786



PAOAY, ILOCOS NORTE



**BAUANG, LA UNION**

# SAN NICOLAS, BATANGAS



**REGULARLY CUT STONE**  
**(*SILLERÍA*)**

---

# Adobe



TAGUIG, METRO MANILA



TAAL, BATANGAS

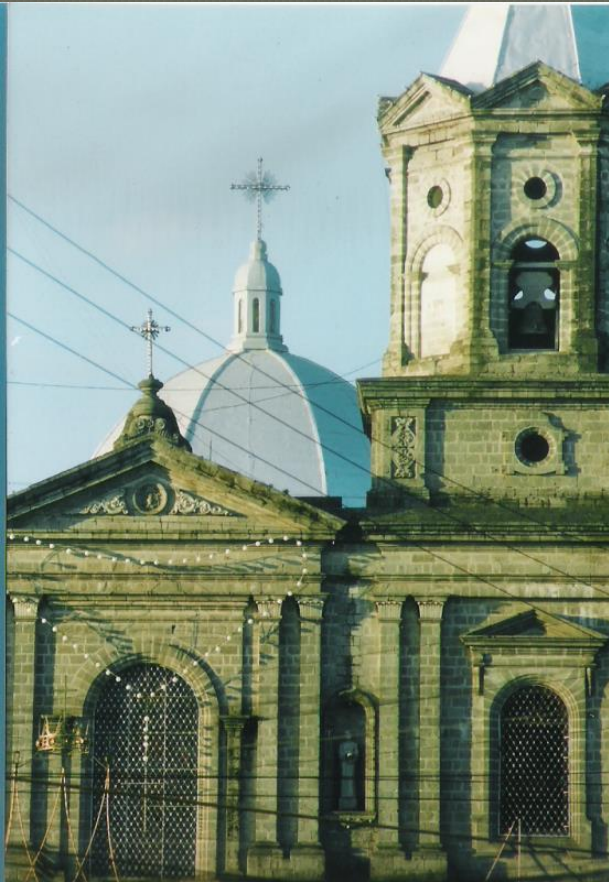
**SANDSTONE**

**MIAGAO, ILOILO**

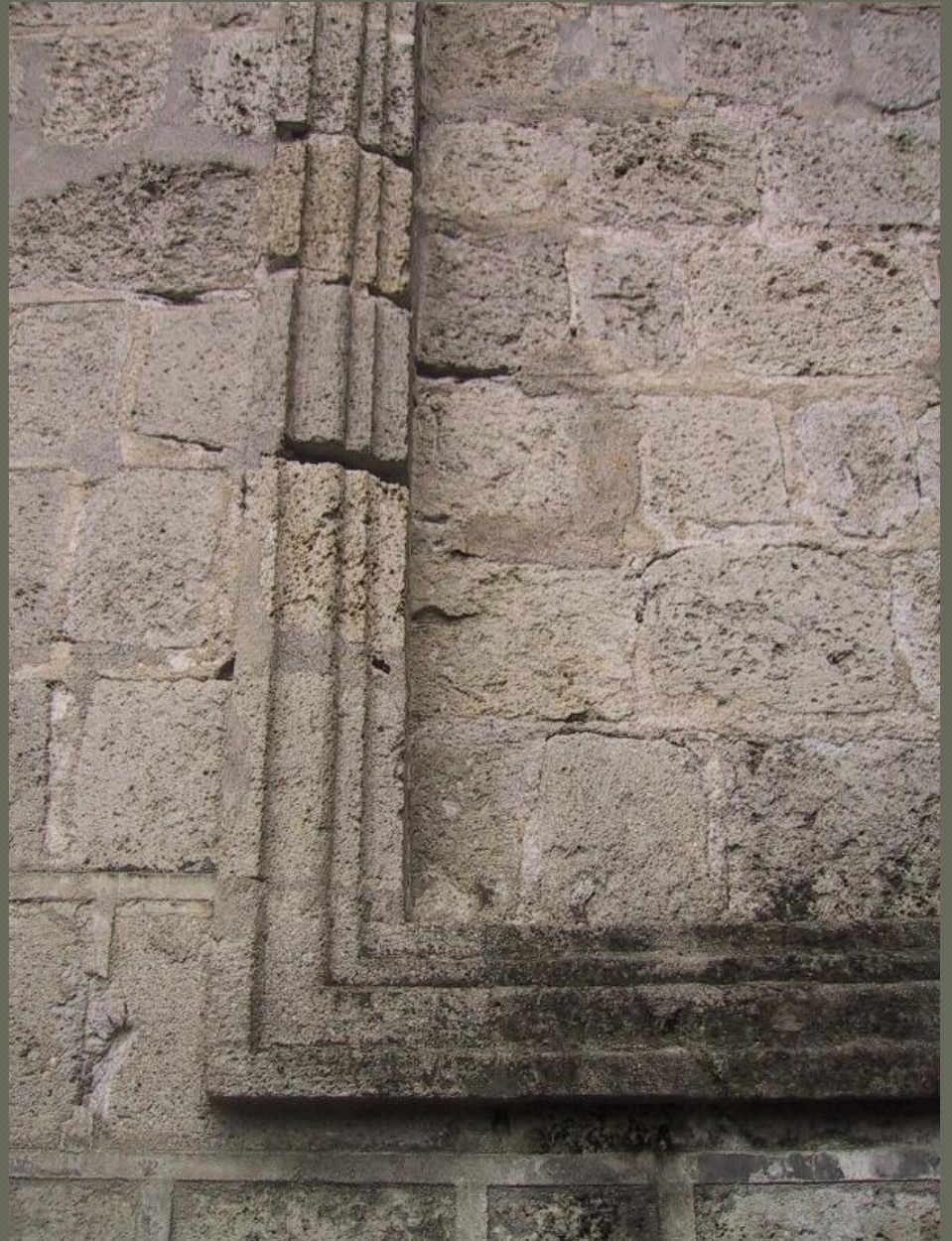




# “Porac” stone



Angeles, Pampanga



**CORAL STONE** (*apog, anapog, bato nga bukay, igang, or manunggul*)

---



MAGSINGAL, ILOCOS SUR



# PAOAY, ILOCOS NORTE

Belltower, 1793



# ANINI-Y, ANTIQUE



DAUIS, BOHOL

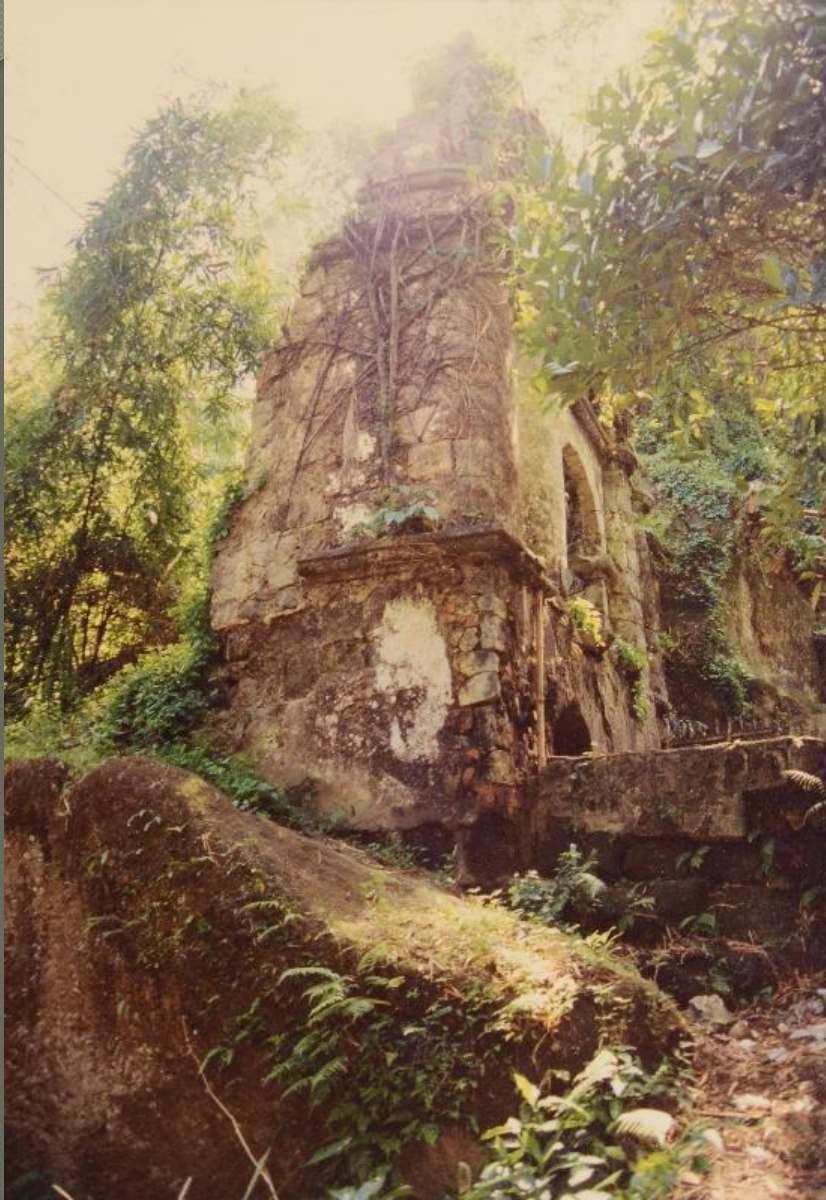


LOON, BOHOL





PANGLAO, BOHOL



**CAYSASAY, TAAL, BATANGAS**  
**Santa Lucia Well**







# BRICKS (*LADRILLOS*)

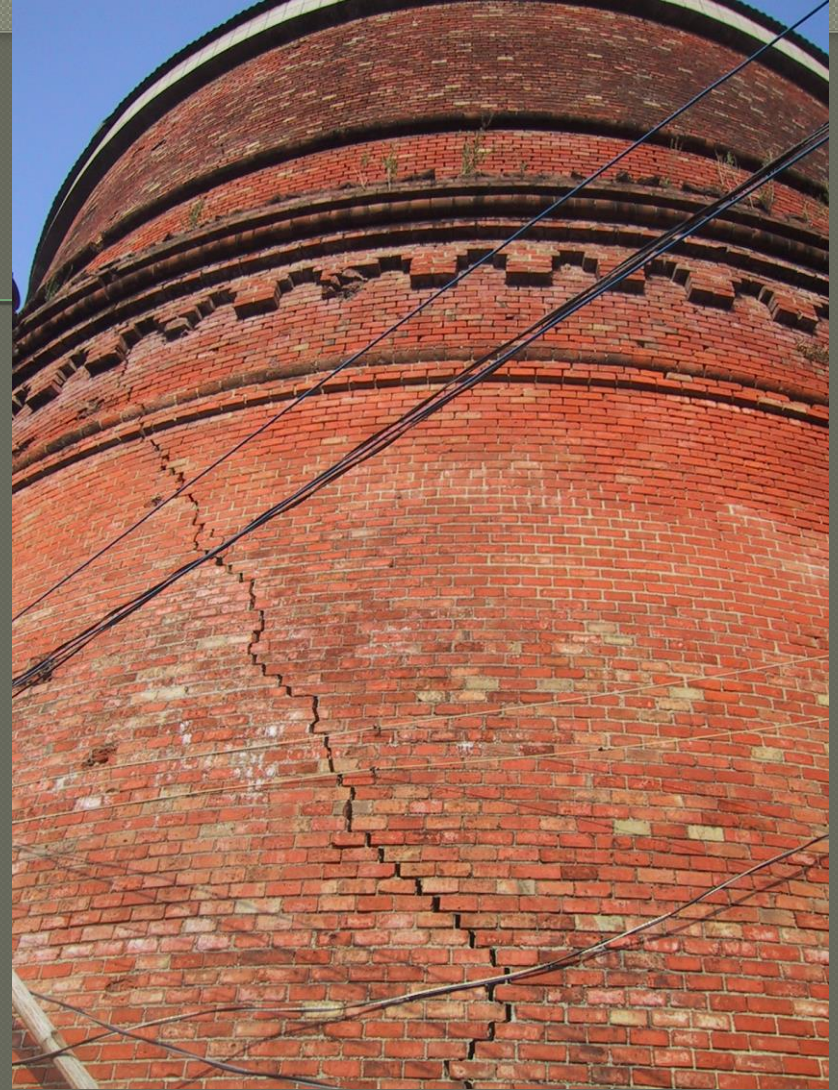
Sarrat,  
Ilocos Norte



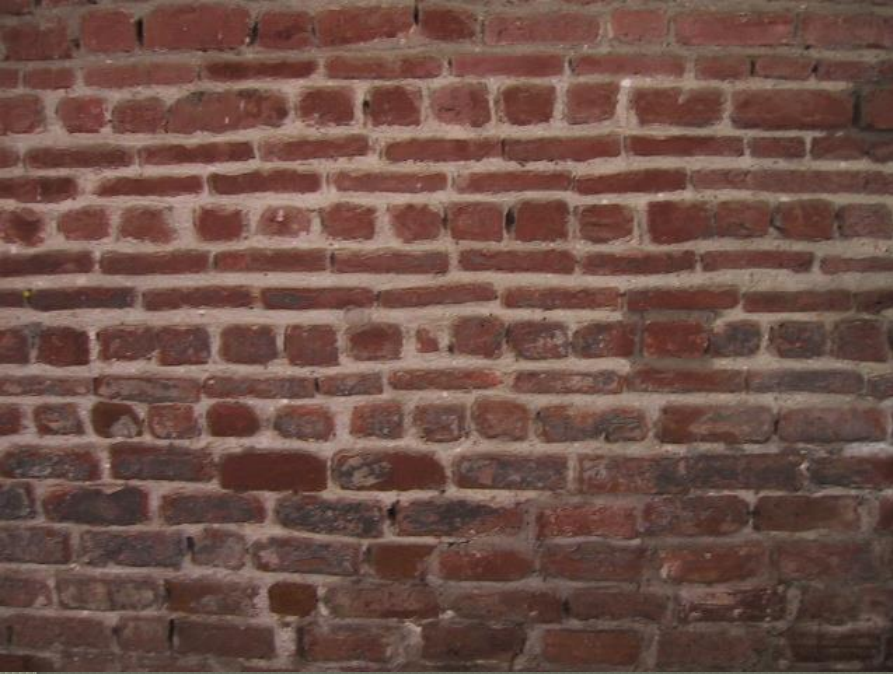


BACARRA,  
ILOCOS NORTE.

Belltower by  
Fr Pedro Bergier,  
1830s-1840s.



Pavia, Iloilo



Alcala, Cagayan



Lallo, Cagayan



Pan-ay, Capiz



Vigan, Ilocos Sur (Archbishop's Palace)

# CONCRETE



VALENCIA, BOHOL



CALAPE, BOHOL

# Combinations

---

Stone and Brick



Guagua, Pampanga



Lucban, Quezon

Romblon, Romblon





PAOAY, ILOCOS NORTE

Fd 1593

Church commenced 1699, expanded after 1710



## BATAC, ILOCOS NORTE

Fd 1585

Church built 1690s;renovated 1880s-1890s

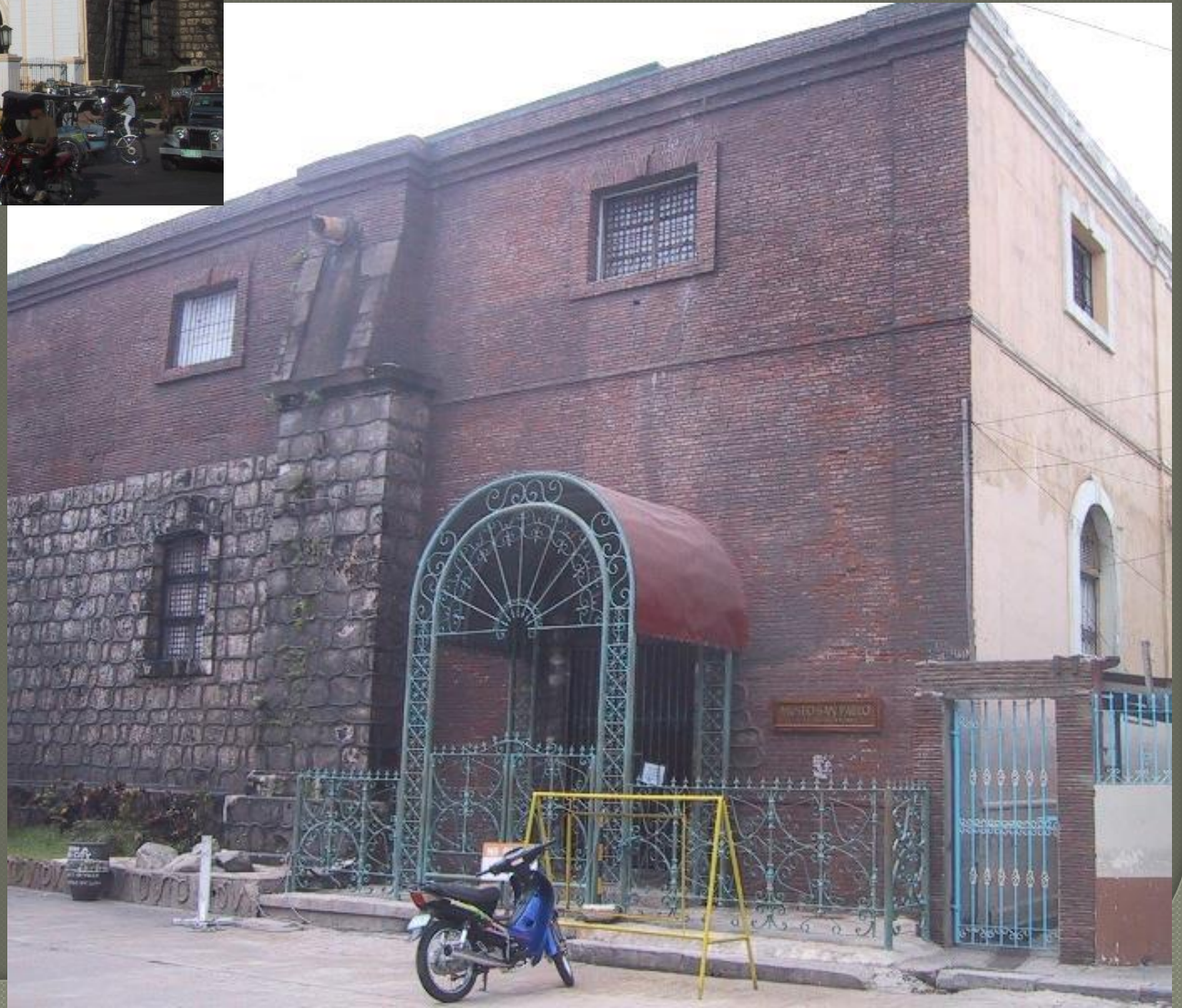


# BADOC, ILOCOS NORTE

Fd 1714  
Church built 1700s



# VIGAN CATHEDRAL, ILOCOS SUR





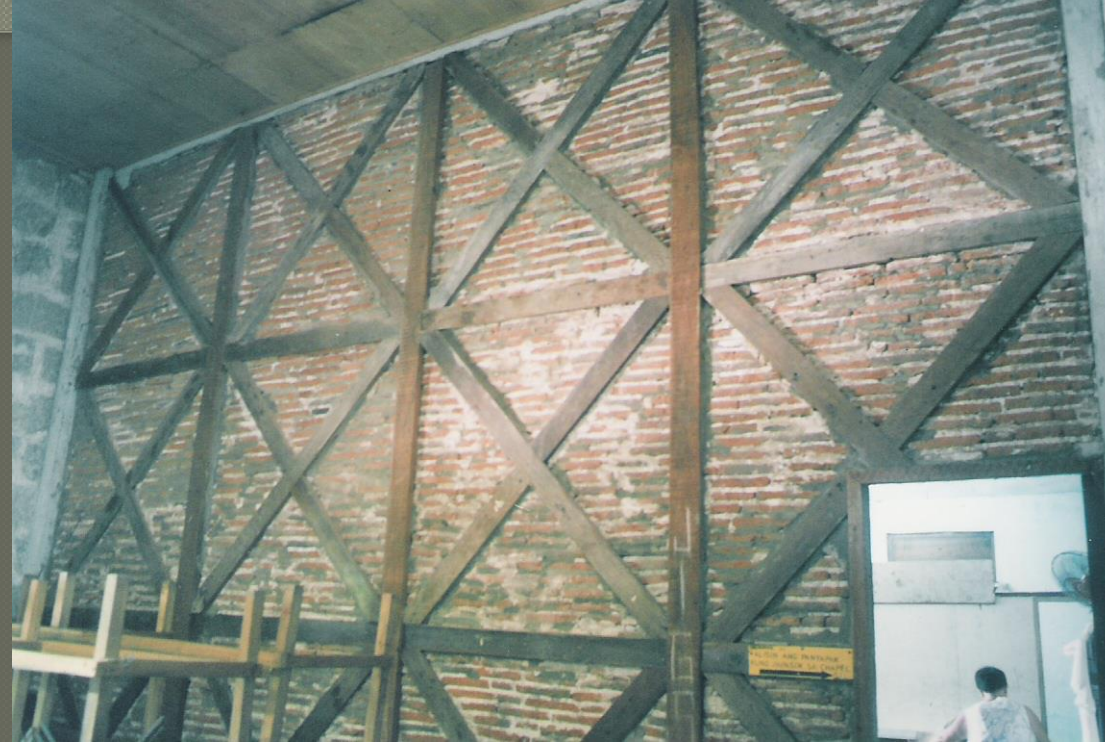
Hagonoy, Bulacan



Cabatuan, Iloilo



SAN JOAQUIN,  
ILOILO  
cemetery



SANTA ANA, MANILA

PULILAN, BULACAN

post-1863 walls



## LOAY, BOHOL



# TABIQUE PAMPANGO



Cebu Archdiocesan Museum

Baclayon, Bohol





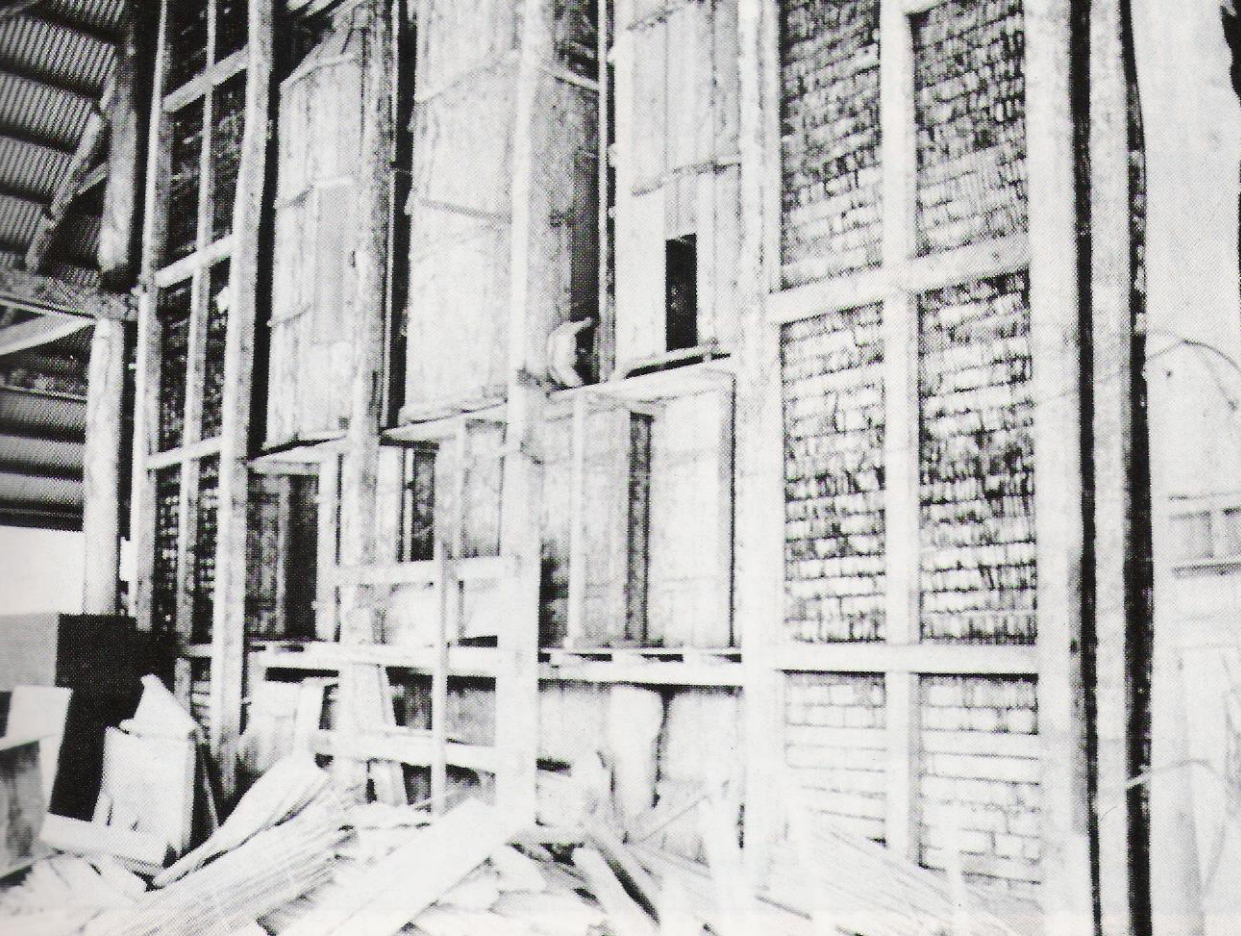
ALBURQUERQUE, BOHOL

## Jasaan, Misamis Oriental

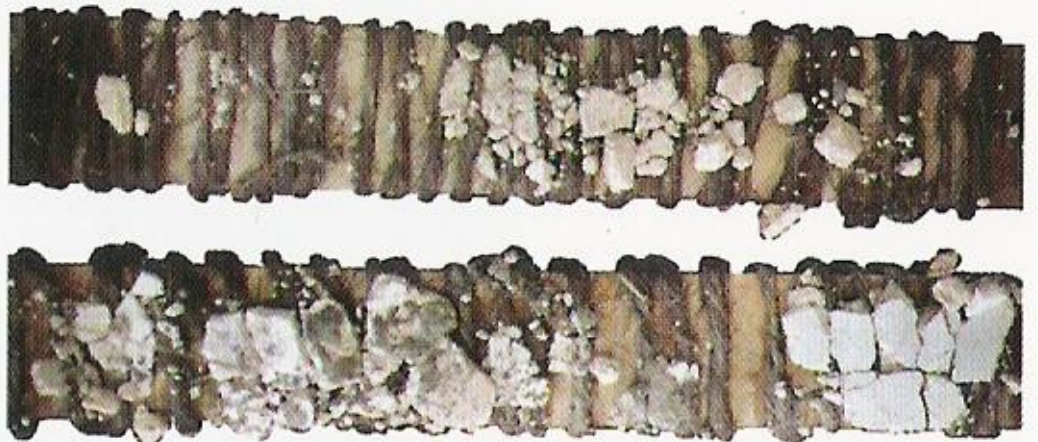




Dauis, Bohol



Jabonga, Agusan del Norte



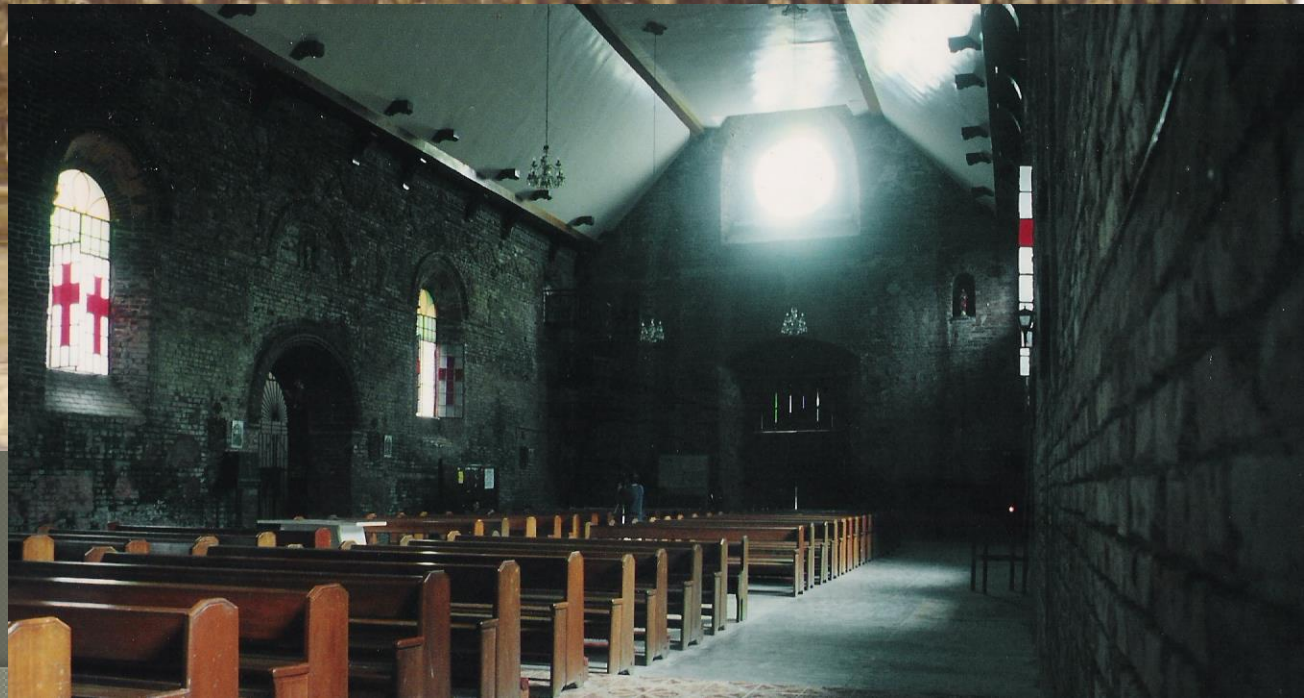
BLANQUEO  
and  
other colors



Loboc, Bohol



Tumauni, Isabela





PAOAY, ILOCOS NORTE





Manila Cathedral, c. 1850s



SANTA LUCIA, ILOCOS SUR



SAN AGUSTIN, INTRAMUROS

LAOAG, ILOCOS NORTE

BACARRA, ILOCOS NORTE





BOLJOON, CEBU

LOBOC, BOHOL



BACLAYON,  
BOHOL



Loon, Bohol

# ADVERTENCIAS PARA O

bras que se puedan ofrecer en  
\* este Convento \*

APAF

**A**nada tantas las dificultades y impedimentos que se ofrecieron para  
principiarse de nuevo la fabrica del Colegio del Santo Niño, que para los  
tantos costos sumo trabajo, y devedo, con mucha fe en plaza. Todo motivado  
en las dificultades que se ponian para conseguir los materiales neces<sup>arios</sup> por quan  
to era de gran se de ver en consumido en la fabrica del Colegio de la Comp<sup>añia</sup>,  
y para el sexto año la piedra a loza, y asu<sup>el</sup>o de las, y havien<sup>do</sup> me  
lami el Santo Niño que el estado Nacional jam<sup>as</sup> principi<sup>ó</sup> su fabrica, y  
la Experiencia en haverse proseguido esta fabrica de materiales se de ver  
en los costos de las dificultades que se ponian en la fabrica de Cantoria. A  
quanto la falta de la experiencia al principio me hizo p<sup>er</sup>der muchos años. Lo  
tanto para que en adelante mis sucesores no se de ver en la misma, y asimismo  
llen<sup>ar</sup> las normas para la consecucion de materiales de Cantoria me abra<sup>se</sup> a  
fines las Advertencias siguientes.

## Bancas

**V**na de las dificultades mayores que aqui en conense fue la consecucion de Ban  
cas para el comercio de piedra y demas materiales, y fue tanta que me hallé  
oprimido el Oaxaca de Capiz y Sanay, para su consecucion, pero no omiti  
ningun dilig<sup>encia</sup> para conseguirlos en el Indio como lo conseguí en las Alamos de Nari  
ño, y de los de madexa muy apropiados para piedra y en otros Alamos Ca  
de. Y luego se pueden encontrar las Bancas que se quisieren, standome a  
cota m<sup>as</sup> de haverse solos suficientes para ellas, y el no haverlo, fando lo  
avido que no necesitan. Esto quando en este Con<sup>vento</sup> se necesitaren Banc  
as no ay<sup>er</sup> mas que de un<sup>do</sup> a otros Alamos sin admitir aya<sup>se</sup> de los Indios que  
la fueren dar muy de ordinario.

Las Bancas mas convenientes para las obras son Casas medianas de mud  
de hasta doce brazas, y ellas son Casas que ay<sup>er</sup> pueden entrar, y salir en las  
Montañas, que siendo Bancas grandes se pierden muchas Obras.

FR JUAN ALBARRAN, OSA

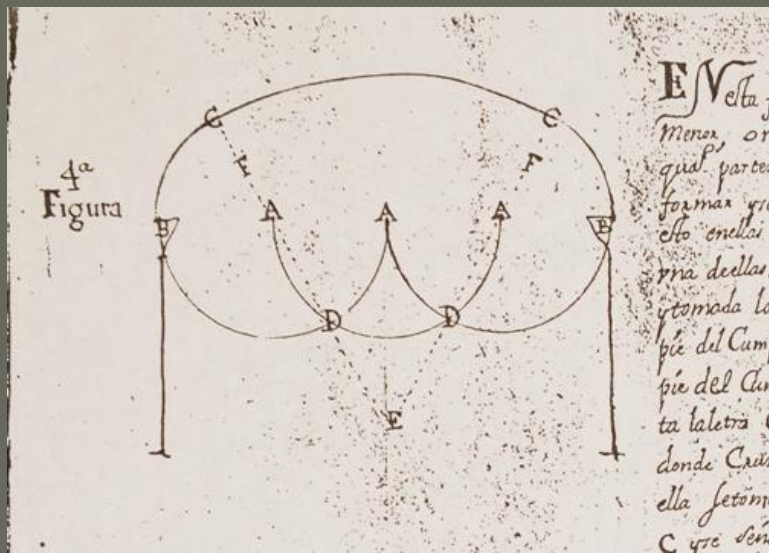
ADVERTENCIAS PARA OBRAS  
QUE SE PUEDAN OFRECER  
EN ESTE CONVENTO  
[ca 1734-1739]



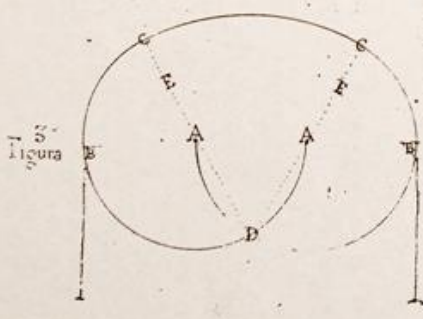
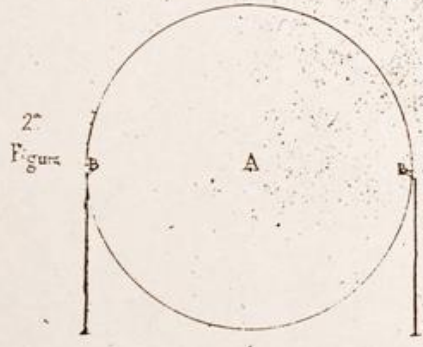
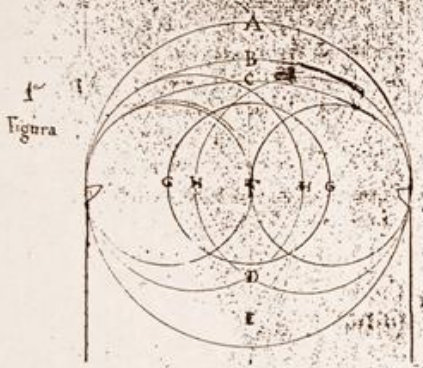
*Arco de medio punto*

# Arcos

*fabrica el Doble*



Los dho se manifiesta el otro de medio punto. Dos circulos, o Campanales uno  
 que es la letra A, y el otro que es la letra E. El primer que es el de medio punto,  
 y el otro que es de la letra A, en la letra A. y el otro que es la letra E. El  
 segundo que es de la letra A, se de medio punto, con la letra B, y el otro que es  
 de la letra E, con la letra C. y el otro que es de la letra A, con la letra D. y el otro  
 que es de la letra E, con la letra G. y el otro que es de la letra A, con la letra E.  
 Los para mas claridad, pondre en figura de  
 tres cada uno de los tres generos de dho



**2<sup>a</sup> Figura**  
 Esta segunda figura demuestra el otro de medio punto  
 con el punto A, y el otro con el punto E. El primer que es el de medio punto,  
 el de la letra A, se de medio punto, con la letra B, y el otro que es  
 de la letra E, con la letra C. y el otro que es de la letra A, con la letra D.  
 y el otro que es de la letra E, con la letra G. y el otro que es de la letra A,  
 con la letra E. Los para mas claridad, pondre en figura de  
 tres cada uno de los tres generos de dho

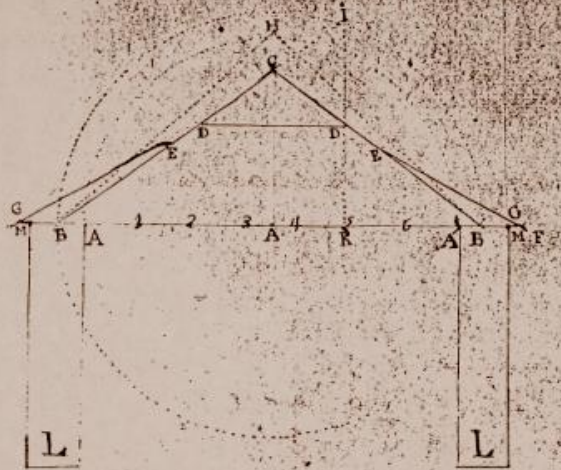
**3<sup>a</sup> Figura**  
 Demuestra esta 3<sup>a</sup> figura, el otro de medio punto, con el  
 punto A, y el otro con el punto E. El primer que es el de medio punto,  
 el de la letra A, se de medio punto, con la letra B, y el otro que es  
 de la letra E, con la letra C. y el otro que es de la letra A, con la letra D.  
 y el otro que es de la letra E, con la letra G. y el otro que es de la letra A,  
 con la letra E. Los para mas claridad, pondre en figura de  
 tres cada uno de los tres generos de dho

es, y de la figura,

# Modo de formar vntecho

una obra tiene de ancho el su Bacio siete brazas, y

oficial, y que en las otras se ve, y como mejor en la figura se ve



- AAA Ancha de la Obra en susas de 7 brazas
- BB Anchura de centro á centro de las puestas 8 brazas
- BC Largo del tejera en línea negra 5 brazas; papirus menas; y por esto se ha escrito hacer próximamente del Casatón de S.
- DD Lugar de la travesaño á las dos tercias de la tejera
- EE Lugar donde salen las fibre tejera, que es la mediana de la tejera
- FF Termina de las fibre tejera; largas de tercias de la tejera
- GG Reflejo del Con, ó Bungalow, y de la Obra, en que desvanen las fibres tejera.
- BH Medida fual de la tejera, que de las tejera devienen de toda la obra eura; y por esto tan empinada, como se ve.
- BIK Triángulo que se quita el Casatón de S. que avanza en la fig. aunque no compiecion haxen.
- BL Cuello de la Obra
- MM Reflejo, ó Llave de la fig., Llave, ó Bungalow de pablos que

F. 1.

PREVENCIONES  
Y DISPOSICIONES  
PARA FABRICA  
DE CASA NUEBA.

DE XANSE BLANCOS PARA  
añadir lo que pareciere conveniente de  
buena letra.

**Q**uando este conven  
to huviere de hazer alguna Casa nueva, debe prebentarse  
año antes las maderas, para que estén secas; pues si se pusiéran  
des se destruyen mucho por la falta de ambiente, y se recuecen con la hu-  
medad; y así están mas próximas á apollarse, y que las sean de muy  
alas que no fueren molave. La piedra se ira juntando tambien de antema-  
no, y lo mismo el cascaxo, y lo demás necesario para que nolle que á parar  
la obra por falta de materiales.

Si la Casa se hubiere de hazer en buen paraje, y el Solar es ca-  
paz siempre se hará de manera que sea á propósito para Mercader; y así á la  
Bodega se le darán quatro brazas de pared á pared, para que puedan po-  
ner prensa.

En estos tiempos no se ponen horquillas, sino pilaretes de Sadrillo  
en las esquinas, y en las divisiones de las piezas, y juntamente de la  
Ca.

PREVENCIONES Y  
DISPOSICIONES PARA  
FABRICA DE CASA NUEBA.

[Found as a microfilm copy from  
the Archivo de la Provincia del  
Santisimo Rosario, now in Avila,  
Spain.

Internal evidence shows that the  
document pertains to the  
Monastery of San Agustin, Manila. ]

# ARQUITECTURA Y URBANISMO EN EL SIGLO XIX:

INTRODUCCION GENERAL Y MONOGRAFIAS



LUIS MERINO, O.S.A.

GOBIERNO GENERAL DE FILIPINAS.  
Administración Civil.

OBRAS PUBLICAS.

## REGLAS PARA LA EDIFICACION EN MANILA, DICTADAS A CONSECUENCIA DE LOS TERREMOTOS DE LOS DIAS 18 Y 20 DE JULIO.

Manila 18 de Agosto de 1880.

Cumpliendo lo prevenido por el Gobierno de S. M. en telégrama oficial fecha 21 del mes próximo pasado, relativamente al plan y condiciones técnicas á que ha de sujetarse la edificación pública y particular en estas provincias:

Visto el dictámen emitido por la Junta consultiva de Obras públicas y por el

REGLAS MAS PRINCIPALES A QUE DEBERÁN SUJETARSE LOS EDIFICIOS PÚBLICOS Y PARTICULARES QUE SE CONSTRUYAN O REPAREN EN LAS ISLAS FILIPINAS.

- 1°. En todo proyecto de edificio deberá expresarse la clase y naturaleza del terreno, señalando la profundidad a que se encuentre el agua o a que aparezcan filtraciones.
- 2°. Para determinar las dimensiones de los cimientos, se supondrá ha de insistir sobre ellos una carga doble de la que realmente reciban, a fin de prevenir los efectos que sobre aquella parte de las construcciones puedan producir los movimientos de vibración en los terremotos.
- 3°. Cuando se levanten construcciones sobre fango ú otros terrenos de poca consistencia, deberán comprender los proyectos los medios de consolidación que se propongan, expresando la disposición y dimensiones de los pilotes, tabla estacas, piezas de emparrillado, etc.
- 4°. Los cimientos en terrenos húmedos serán de fábrica hidráulica, debiendo adoptarse para los morteros las proporciones adecuadas, con objeto de que los macizos resulten impermeables y no se descompongan bajo la acción constante del agua.
- 5°. Se recomienda muy especialmente la construcción de cimientos corridos, autorizándose, no obstante, los cimientos aislados de pilares o machones, dándoles dimensiones adecuadas, siempre que de esta disposición resulte una notable economía.
- 6°. El buen fraguado del hormigón hidráulico, la homogeneidad de esta fábrica y la perfecta unidad que proporciona a todas sus partes, aconseja se la dé preferencia sobre las demás para la cimentación de toda clase de edificios; siendo, no obstante, admisibles los macizos de mampostería de tobas volcánicas, empleando sillares aparejados y asentándolos por hiladas horizontales a juntas encontradas, no comprendiendo en el espesor del cimiento las cabezas de los sillares, que por su posición inclinada, respecto al eje del muro, sobresalgan de las líneas generales de paramentos.
- 7°. La altura de los muros de mampostería en los edificios públicos, será la que exija su destino y disposición, limitándose en los edificios particulares a la correspondiente a la planta baja de los mismos, que podrá contener piso entresuelo. En los edificios particulares de una sola planta, la elevación de los muros no podrá exceder de la fijada por las disposiciones de policía urbana de esta capital.
- 8°. Los muros de mampostería no podrán tener mas longitud que el doble de su altura sin estar apoyados por muros fuertes exterior o interiormente.
- 9°. El espesor de los muros de mampostería será, cuando menos, el quinto de su altura, no comprendiendo en dicho espesor los sillares o ladrillos de paramento cuando la fábrica no haya de ser homogénea. El espesor de los muros trasver-

M. HERBELLA

MANUAL

DE

CONSTRUCCIONES

Y DE

FORTIFICACION DE CAMPAÑA

EN

FILIPINAS

TRATADO PRIMERO-CONSTRUCCIONES

ATLAS.

Lit. de J. Pajares. Amor de Dios 6. Madrid.

MANUEL HERBELLA.

MANUAL FOR CONSTRUCTION  
AND FIELD FORTIFICATIONS  
IN THE PHILIPPINES.

MADRID, 1882

Fig. 18.  $\frac{1}{2}$

Corte transversal.

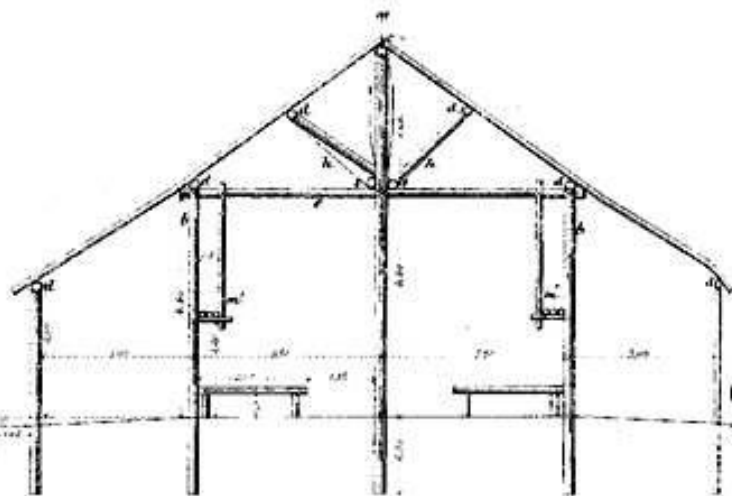


Fig. 20.  $\frac{1}{2}$

Corte transversal.

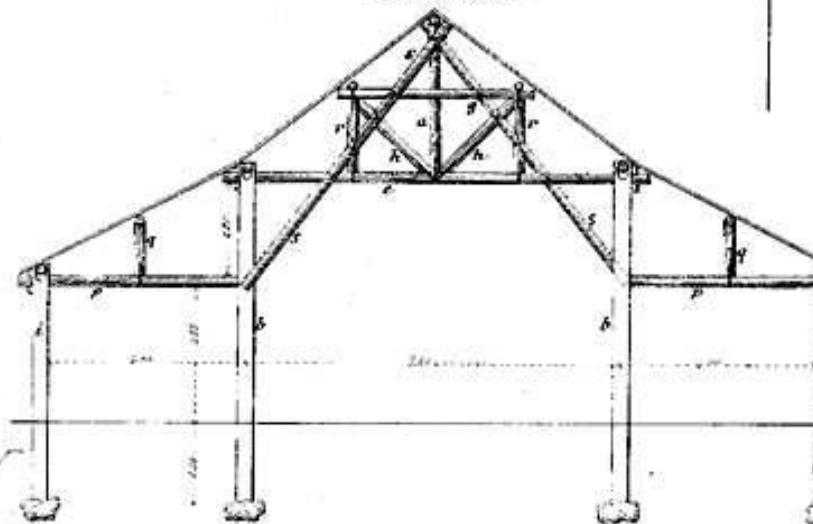


Fig. 19.  $\frac{1}{2}$  Perfil longitudinal por m. n. de la fig. 18.

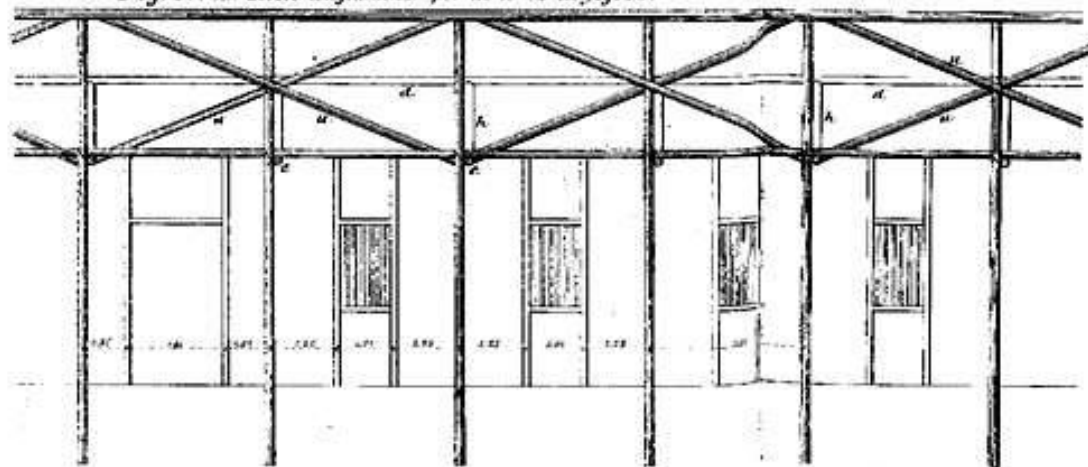
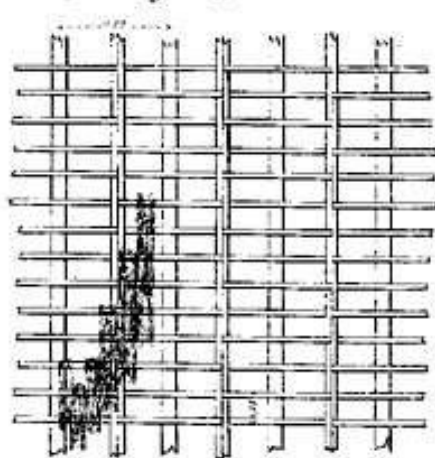


Fig. 21.  $\frac{1}{2}$



J. Pajaros.

Fig. 139.

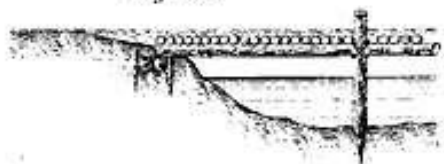


Fig. 140.



Fig. 141.

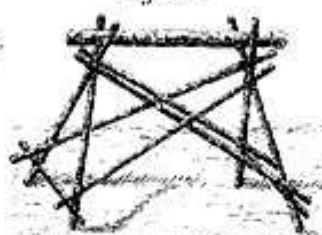


Fig. 142.



Fig. 144.



Fig. 143.

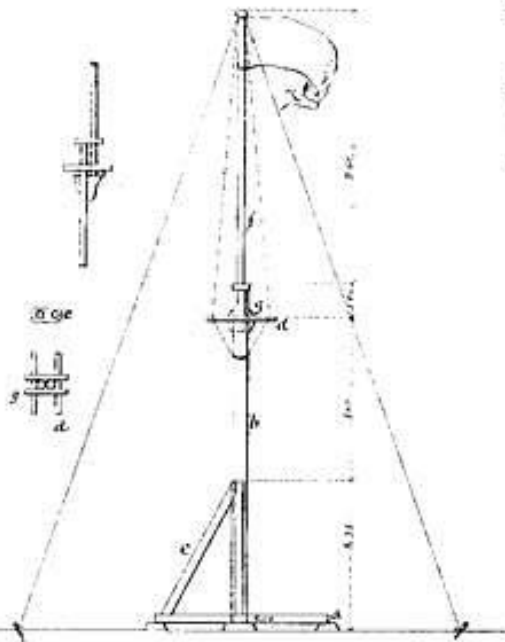


Fig. 145.



Fig. 146.

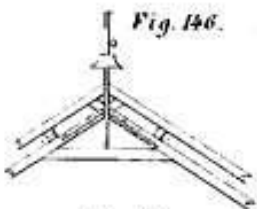


Fig. 148.



Fig. 147.



Fig. 149.



Fig. 150.

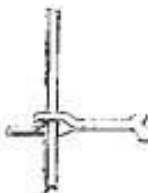


Fig. 151.



Fig. 152.



Fig. 153.



Fig. 154.



Fig. 155.



Fig. 156.



Fig. 157.



Fig. 158.



Modelo de taller y pabellón para el armero.

Fig. 230. a. b. c.

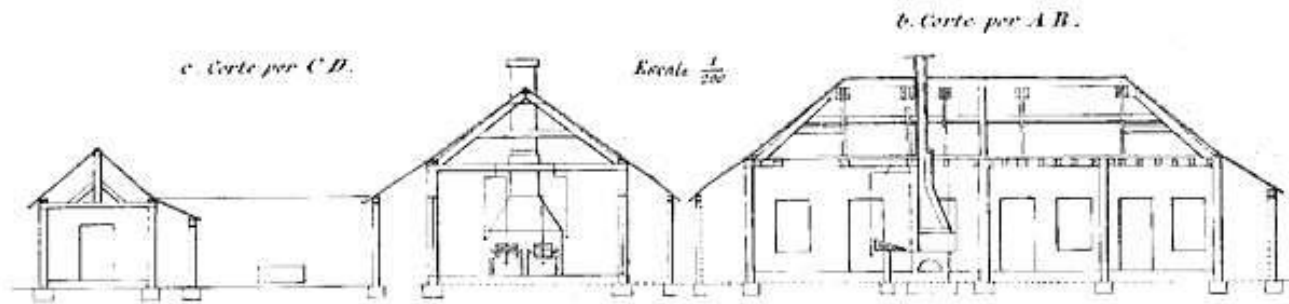
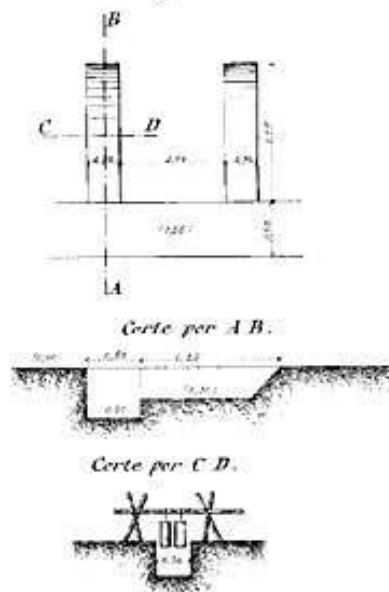


Fig. 232.



a. Plan.

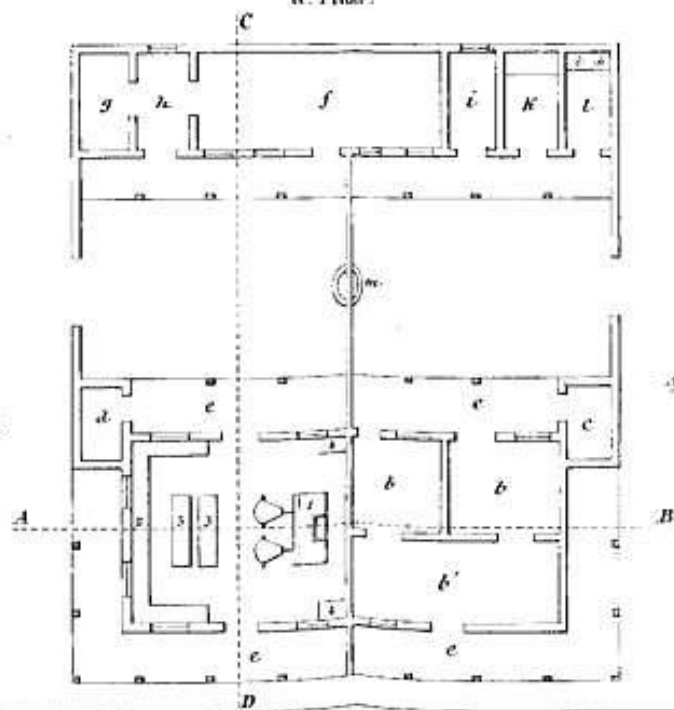
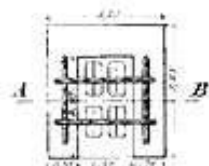


Fig. 233.

Plan.

Corte por A B.



65 por 1. Figuras.



Fig. 195.



Fig. 196.

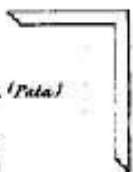


Fig. 197.



Fig. 198.



Fig. 199.

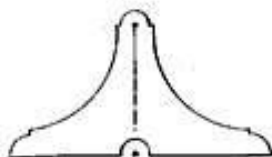


Fig. 200.

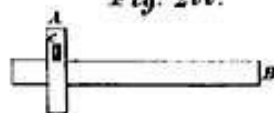


Fig. 201.



Fig. 202. (Pala)



Fig. 203. (Pala)

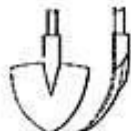


Fig. 204. Fig. 205. Fig. 206.

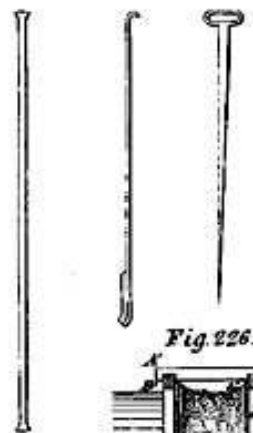


Fig. 207.



Fig. 208.



Fig. 209.



Fig. 210.



Fig. 216.



Fig. 211.

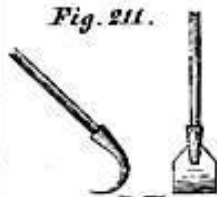


Fig. 212.

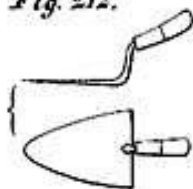


Fig. 213.



Fig. 214.



Fig. 215.



Fig. 217.



Fig. 218.



Fig. 219.



Fig. 225.



Fig. 226.

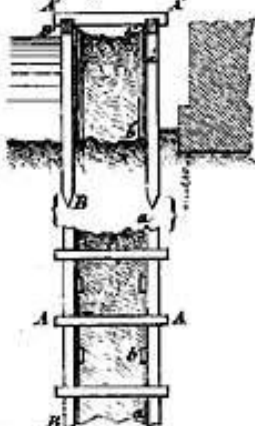


Fig. 220.



Fig. 221.

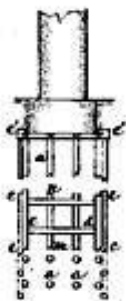


Fig. 222.

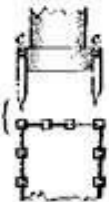
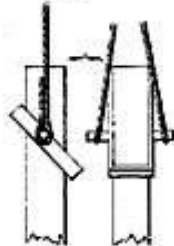


Fig. 223.



Fig. 224.



# ESTUDIO

SOBRE LA

RESISTENCIA Y ESTABILIDAD DE LOS EDIFICIOS SOMETIDOS

A

HURACANES Y TERREMOTOS

POR EL

GENERAL DE BRIGADA COMANDANTE GENERAL SUBINSPECTOR DE INGENIEROS DEL ARCHIPIÉLAGO FILIPINO

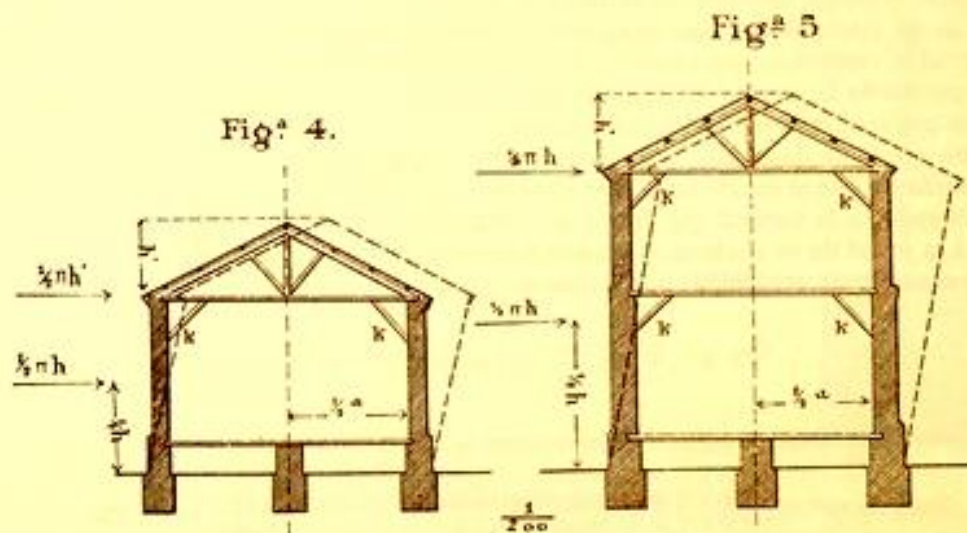
D. RAFAEL CERERO

RAFAEL CERERO.

**A STUDY ON THE RESISTANCE AND  
STABILITY OF BUILDINGS SUBJECTED TO  
HURRICANES AND EARTHQUAKES.**

MADRID, 1890.

La disposición más adecuada y de mayor uso para los edificios militares, es la de pabellones aislados de uno ó dos pisos, cuyos perfiles están representados en las figuras 4.ª y 5.ª, y cuyas anchuras varían desde 6<sup>m</sup>,00 en los destinados á servir de dormitorios á la tropa en los cuarteles, hasta la máxima de 10<sup>m</sup>,00 empleada en los hospitales, dándoles una longitud proporcionada al número de individuos que han de contener.



Si los muros de estos edificios hubiesen de ser de mampostería, según se representa en la figura que antecede, se determinarían sus espesores por la fórmula ordinaria (VALDÉS, *Manual del Ingeniero*):

$$e = \frac{h}{12} \times \frac{l}{\sqrt{l^2 + h^2}} \left\{ \begin{array}{l} h = \text{altura} = 5^{\text{m}},00\dots \\ l = \text{longitud} = 55,00 \end{array} \right\} = 0,41$$

por lo cual se adopta el espesor medio de 0,42 en estos casos, equivalente á ladrillo y medio.





Para resistir á la presión del viento con una fuerza horizontal de 250 kilogramos por metro cuadrado, suponiéndolo aislado como de cerca, se calcula su espesor por la fórmula (VALDÉS, *Manual del Ingeniero*):

$$e = \sqrt{\frac{\pi' h}{\pi}} \left\{ \begin{array}{l} h = \text{altura } 5^{\text{m}},00\dots\dots\dots \\ \pi' = \text{presión del viento} = 250 \text{ k. por m. } \square. \\ \pi = \text{peso del metro cúbico de mampostería.} \end{array} \right\} = 0^{\text{m}},75$$

Pero la colocación del techo del edificio introduce dos nuevas fuerzas en la ecuación de equilibrio del muro destinado á resistir al empuje del viento: una tiende á derribarle, y es la acción del viento sobre la cubierta; y otra aumenta su resistencia, y es la parte del peso de esta cubierta transmitido al muro, de suerte que la igualdad de momentos del primer

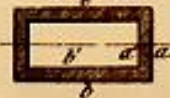
expuestos á terremotos, de modo que una de las diagonales esté en la dirección probable de la marcha de las ondulaciones.

Fig.<sup>a</sup> 10.

 <p>Fig.<sup>a</sup> a</p>	<p>Momento de inercia = <math>\frac{ba^3}{12}</math></p>	<p>Momento de resistencia = <math>\frac{ba^2}{6}</math> Mínimo</p>
 <p>Fig.<sup>a</sup> b</p>	<p>Momento de inercia = <math>\frac{ab^3}{12}</math></p>	<p>Momento de resistencia = <math>\frac{ab^2}{6}</math></p>
 <p>Fig.<sup>a</sup> c</p>	<p>Momento de inercia = <math>\frac{ab(b^2 \cos^2 c + a^2 \sin^2 c)}{12}</math></p>	<p>Momento de resistencia = <math>\frac{ab(b^2 \cos^2 c + a^2 \sin^2 c)}{12 c}</math></p>
 <p>Fig.<sup>a</sup> d</p>	<p>Momento de inercia = <math>\frac{ab(b^2 \cos^2 c + a^2 \sin^2 c)}{12}</math></p>	<p>Momento de resistencia = <math>\frac{ab(b^2 \cos^2 c + a^2 \sin^2 c)}{12 c}</math> Máximo</p>

Como el rectángulo de la sección relativa á la planta de un edificio no es macizo, sino hueco, en el cual el espesor de los lados corresponde al de los muros del edificio, el valor del momento resistente será el relativo á las vigas tubulares ó de doble T, fig. 11.

Fig.<sup>a</sup> 11



$$M = \frac{b a^3 - b' a'^3}{a}$$

El espesor de los muros en el caso de edificios que sólo tengan un piso se determinará por la fórmula:

$$\frac{b a^3 - b' a'^3}{a} = \frac{6 P' h + 6 P_1 h_1}{R}$$

en la cual

$P'$  = esfuerzo debido al peso del tejado.

en la proximidad de las esquinas de los edificios, según manifiesta la figura 14.

En el Japón, donde, como ya antes se ha dicho, los terremotos son de pequeña intensidad y los movimientos de trepidación carecen de importancia, Mr. Milne ha tenido ocasión

Fig.<sup>a</sup> 15



Fig.<sup>a</sup> 14

de observar iguales resultados, y así lo expresa en su Memoria titulada *Notes on the recent earthquakes of Yedo plain and their effects on certain buildings*-Transactions on the Seismological Society of Japan, Vol. 2.º, 1880, de la que tomamos la figura 15, en la cual se observa completa analogía con las líneas de fractura de la figura anterior.

A medida que el choque se presenta más oblicuo, las líneas de fractura toman también

Fig.<sup>a</sup> 16



tu reacción de los dos muros.

direcciones oblicuas, aproximándose á ser perpendiculares entresí, reciben una parte del empuje en sentido de su longitud; y en ambos casos, como se ve en las figuras 15 y 16, aparecen dos series de líneas de fractura, una en cada muro, y en ambos sentidos, como demuestra la figura 17, y es el

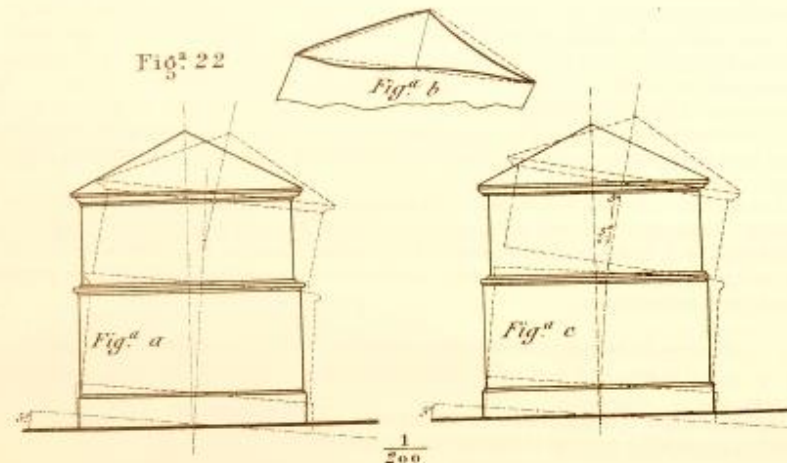
Si el impulso que recibe el edificio obra en un ángulo y no paralelo á uno de sus lados, entonces las líneas de fractura, que en los casos anteriores eran perpendiculares entresí, reciben una parte del empuje en sentido de su longitud; y en ambos casos, como se ve en las figuras 15 y 16, aparecen dos series de líneas de fractura, una en cada muro, y en ambos sentidos, como demuestra la figura 17, y es el

resultados siguientes, tomando por unidad el movimiento observado en el piso bajo de un edificio de ladrillo.

Construcciones de ladrillo.—Amplitud del movimiento lateral...	Piso bajo...	1,00
	Piso alto...	1,60
Construcciones de madera.....	Piso bajo...	2,00
	Piso alto...	3,40

Una vez establecidos estos datos, es fácil inferir que el cuerpo alto de un edificio construido con arreglo al sistema mixto del cual nos estamos ocupando, ha de tener amplitudes en los movimientos que experimente, mayores que las del piso bajo, por dos conceptos: uno el transmitido por los movimientos de éste que le sirve de apoyo, y otro por la mayor flexibilidad del material empleado, presentando flexiones de la forma indicada en las figuras a y b de la núm. 22; las cuales flexiones tienden á romper las ensambladuras que enlazan las

Fig.<sup>a</sup> 22



diversas piezas entre sí, ó cuando menos á desunirlas, si no se adoptan disposiciones especiales que lo impidan, como las que se indicaron en las figuras de la lámina 3.ª En este caso el cuerpo no tendería ya á tomar otro movimiento por efecto de las oscilaciones laterales, que el representado en la figura c del mismo número, si las soluciones de altura se combi-

**Postes número 2**

Peso de la cubierta.....  $5^m,00 \times 3^m,80 \times 115 \text{ kilogs.} = 2.185$   
 Idem del piso alto.....  $5^m,00 \times 3^m,80 \times 150 \text{ —} = 2.850$   
 Idem del piso bajo.....  $2.850$  } 7.885 kilogs.

Carga vertical permanente..... } 7.885 kilogs., y la de fractura triple 23 toneladas que requiere la escuadría de  
 de..... }  $0,16 \times 0,16$ .

Esfuerzo del temblor.. }  $P^r = 2.185 \times 0,20 \times 1,50 = 655,05$      $h^r = 7^m,80$      $P^r h^r = 5.112$   
 }  $P^s = 2.850 \times 0,20 \times 1,50 = 855$      $h^s = 4^m,00$      $P^s h^s = 3.420$   
 }  $P^w = 2.850 \times 0,20 \times 1,50 = 855$      $h^w = 1^m,00$      $P^w h^w = 855$  } 9.387 kilogs.  
 }  $a^2 = \frac{6 \times 9.387}{2.000.000} = 0,028$  .....  $0,30 \times 0,30$

$30 \times 30 = 900$   
 $16 \times 16 = 256$  } 1.156 centíms. □.

Escuadría..... Uno de  $0,34 \times 0,34$ .

**Postes número 1**

Peso de la cubierta.....  $5^m,00 \times 1^m,00 \times 115 \text{ kilogs.} = 575$   
 Idem del piso alto.....  $5^m,00 \times 1^m,00 \times 150 \text{ —} = 750$   
 Idem del piso bajo.....  $750$  } 2.075 kilogs.

Carga vertical permanente..... } 2.075 kilogs., y la de fractura triple 7 toneladas que requiere la escuadría de  
 de..... }  $0,13 \times 0,13$ .

Esfuerzo del temblor.. }  $P^r = 575 \times 0,20 \times 1,5 = 172,5$      $h^r = 7^m,80$      $P^r h^r = 1.445$   
 }  $P^s = 750 \times 0,20 \times 1,5 = 225$      $h^s = 4^m,00$      $P^s h^s = 900$   
 }  $P^w = 750 \times 0,20 \times 1,5 = 225$      $h^w = 1^m,00$      $P^w h^w = 225$  } 2.570 kilogs.  
 }  $a^2 = \frac{6 \times 2.570}{2.000.000} = 0,0076$  .....  $0,20 \times 0,20$ .

$20 \times 20 = 400$   
 $13 \times 13 = 169$  } 569 centíms. □.

Escuadría..... Uno de  $0,21 \times 0,24$ .

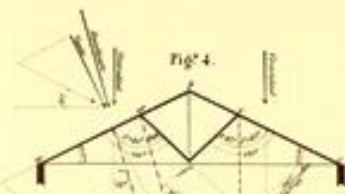
destinadas a sostener las cubiertas de los edificios, cuando están

sometidas a la acción de un huracan.

Algunas veces el tipo de cubiertas de las Fig<sup>as</sup> 2 y 3, se emplean en los edificios destinados a sostener las cubiertas de los edificios, cuando están sometidas a la acción de un huracan.



Fig<sup>a</sup> 2



Fig<sup>a</sup> 4



Fig<sup>a</sup> 5

Fig<sup>a</sup> 6



Fig<sup>a</sup> 5

Esfuerzos en los apoyos

En punto de apoyo en un punto de la cubierta se aplica una fuerza  $P$  en un ángulo  $\alpha$  con la horizontal. Se pide calcular la fuerza  $R$  en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Fig<sup>a</sup> 1

Resolución de las fuerzas para la carga horizontal

Esfuerzos horizontales en los puntos de apoyo

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

Esfuerzos horizontales en los puntos de apoyo

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

Resolución de las fuerzas para la carga horizontal

Esfuerzos horizontales en los puntos de apoyo

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

Resolución de las fuerzas para la carga horizontal

Esfuerzos horizontales en los puntos de apoyo

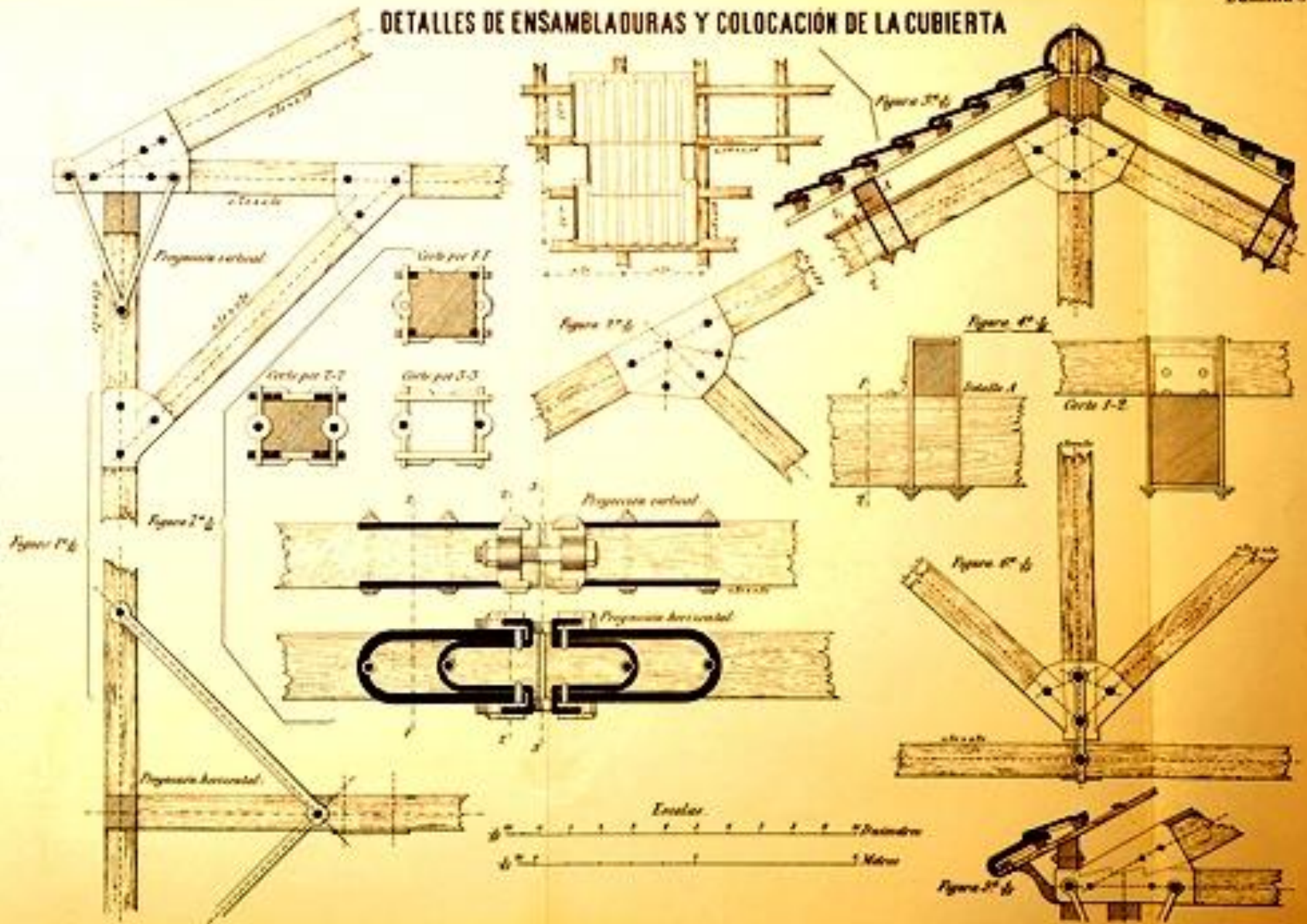
Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

Sea  $L$  la longitud de la cubierta,  $h$  la altura del punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta,  $R$  la fuerza en el punto de apoyo en el otro extremo de la cubierta.

Sea  $\alpha$  el ángulo que forma la fuerza  $P$  con la horizontal,  $\beta$  el ángulo que forma la fuerza  $R$  con la horizontal.

# DETALLES DE ENSAMBLADURAS Y COLOCACIÓN DE LA CUBIERTA





THANK YOU VERY MUCH  
FOR YOUR ATTENTION!



LOBOC, BOHOL