

***LAS ESTRUCTURAS DE LOS CENTROS
EDUCATIVOS (COLEGIOS)
DEL SIGLO XX EN EL PERÚ,
DIVERSOS PROYECTOS DE
REFORZAMIENTO
Y EJEMPLOS DE ESTRUCTURACIÓN DE
EDIFICACIONES DE LA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ***

OBJETIVOS

- Explicar las tipologías estructurales de los colegios peruanos en el siglo XX*
- Explicar un proyecto piloto de reforzamiento de colegios Infes afectados en el sismo del año 2001*
- Explicar criterios de estructuración de edificaciones escolares o universitarias*

Las primeras edificaciones con concreto armado en el Perú se ejecutan en la década de 1910. Los primeros colegios usan pórticos con vigas y columnas peraltadas en una dirección y vigas chatas en la dirección transversal, acompañados de una serie de muros de ladrillo de 25cm. de espesor.

La arquitectura de esos años consideraba ventanas pequeñas y todos los muros, tanto de las fachadas como de divisiones de ambientes interiores, eran de 25 cm. de espesor, lo que hacía que se tuviera una buena densidad de muros en las dos direcciones de la planta.





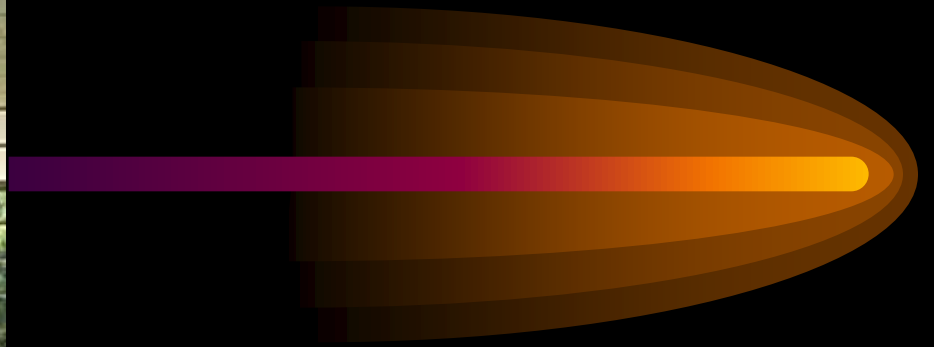
En la década de 1950 el gobierno peruano construye las denominadas Grandes Unidades Escolares, donde se tienen edificaciones de dos y tres pisos, con ventanas más grandes, menos muros, pero con columnas de dimensiones importantes.





En la década de 1960 se produce un cambio importante en la arquitectura, con una tendencia a disminuir la presencia de muros gruesos, incorporando el concepto de tabique, como un muro de espesor 15cm. que se construye luego de haber concluido el esqueleto estructural, formado por pórticos.

Como los conocimientos sísmicos eran muy limitados, se disponían pórticos principales en una dirección y vigas chatas como amarre en la dirección transversal. En estos años se adopta la tipología de pabellones de aulas, con ventanas altas en una fachada y ventanas bajas en la otra.



En los sismos de 1966 y 1970, muchos colegios de Lima, Ancash y La Libertad resultan afectados por la interacción de las columnas y los tabiques de ladrillo que forman las ventanas altas, conociéndose así el denominado efecto de “columna corta”.

En esos años era común el no considerar a los tabiques de ladrillo en los planos estructurales , salvo el hecho de tomar en cuenta su peso en el diseño de la losa o vigas donde se apoyan.

Nadie hubiera podido creer que un tabique podía romper una columna.

Luego del sismo de 1970 se comienza a considerar la separación de los tabiques, pensando que al disponer de una junta de aproximadamente una o dos pulgadas, se evita el choque entre el tabique y la columna, con lo cual se creyó que desaparecía el efecto de columna corta.

En 1977 se publica la primera norma sísmica peruana, con caracter oficial, la cual se usa en los diseños estructurales hasta 1997.

Hoy sabemos que su defecto fue la estimación de los desplazamientos laterales de entrepiso.

Muchos de los colegios y algunas universidades afectados en los sismos de 1970 y 1974, se reconstruyen con el criterio de separar los tabiques, pero con pórticos relativamente flexibles. En 1992 el gobierno peruano forma el INFES e inicia un gran programa de construcción de colegios.

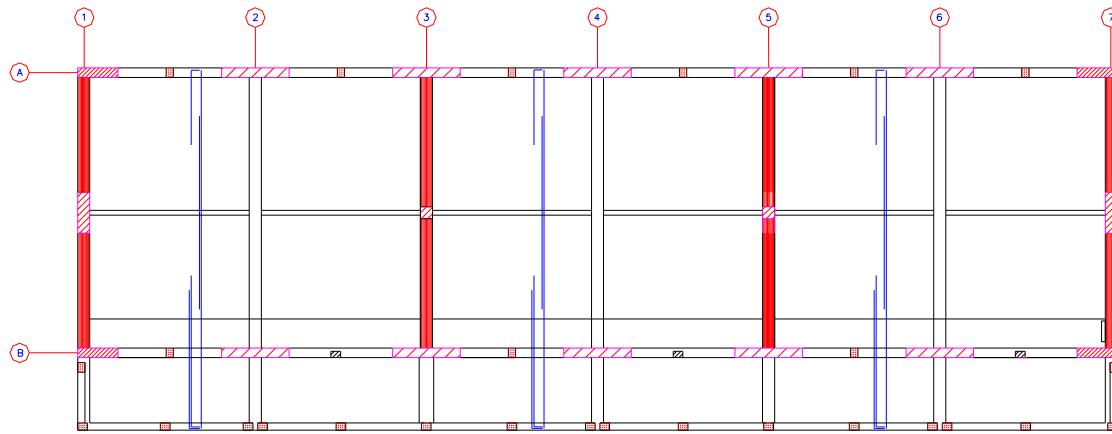
En el sismo de Nazca, de 1996, tres colegios recientemente contruidos fueron afectados, debido a que en la direcciòn longitudinal de sus pabellones, se tenían pòrticos flexibles, lo que hizo que se tuvieran desplazamientos laterales mayores a los estimados con la norma y que las juntas colocadas entre tabiques y columnas fueran insuficientes



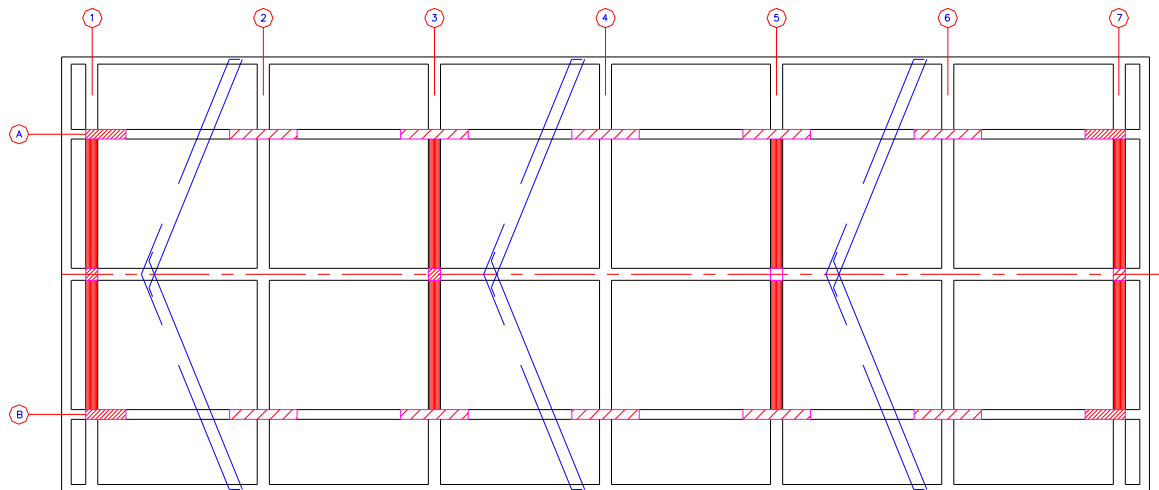
En 1997 se cambia la norma peruana de diseño sismorresistente, considerando a los colegios como estructuras de categoría tipo A, con factor de uso = 1.5, además de modificar los coeficientes que permiten calcular el cortante sísmico en la base, de tal manera que se obtienen desplazamientos laterales de aproximadamente 2.5 veces los que se obtenían con la norma de 1977

Infes encarga nuevos diseños para los colegios de costa y sierra, los cuales se diseñan con esta nueva norma.

Realizo el diseño de los colegios del modelo sierra, en los cuales se mantienen los muros de la dirección transversal (divisiones de aulas y extremos laterales) pero se rigidiza la dirección longitudinal con muros de concreto.



ENCOFRADO 1° PISO



ENCOFRADO 2° PISO

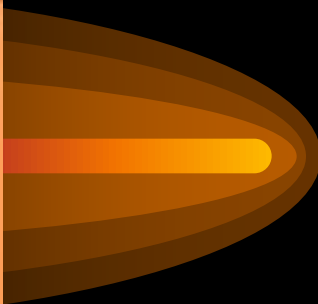


En el año 2001 ocurre el sismo de Arequipa, Moquegua y Tacna, donde resultan afectados aproximadamente 120 colegios, entre centros estatales y privados.

Dentro de los colegios Infes, cinco resultan seriamente afectados.

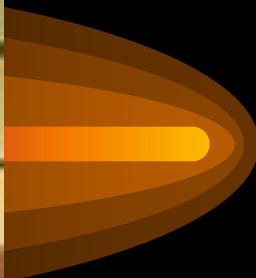
Me encargan el estudio de éstos, incluyendo un proyecto modelo de reforzamiento.



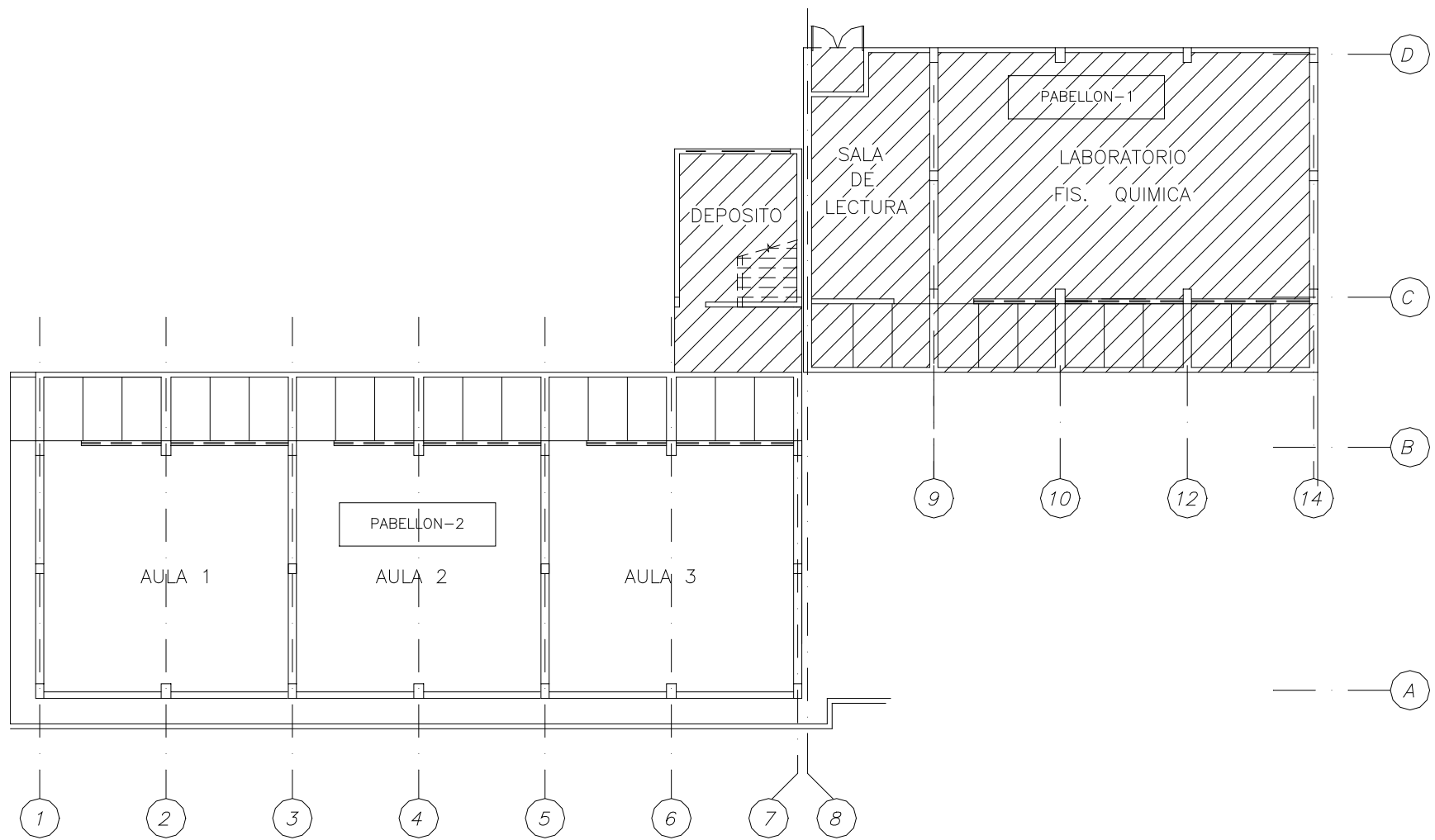












Modelo de un Pabellón de tres aulas



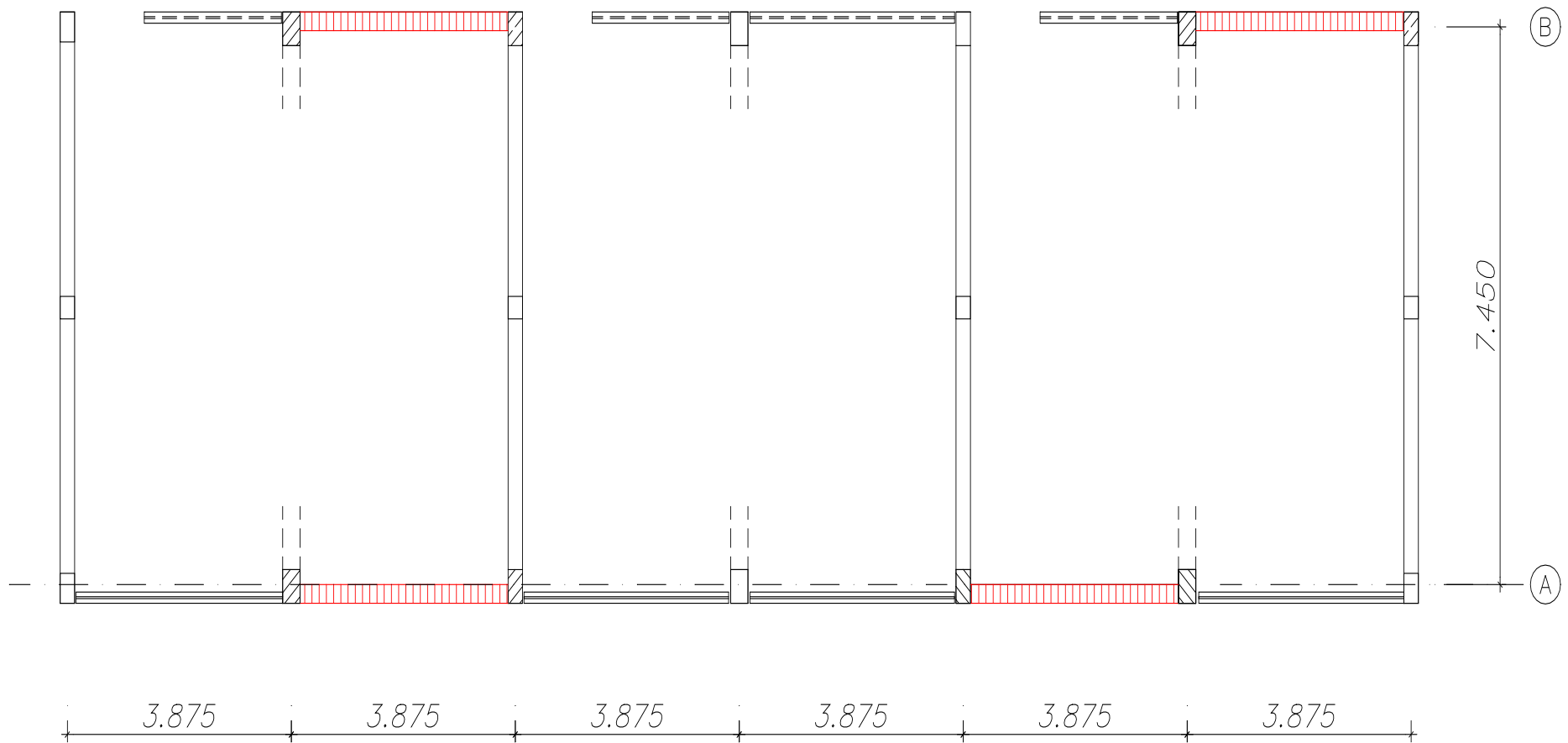
*EN LOS ANÁLISIS REALIZADOS PARA
LOS PABELLONES DE 2 PISOS, DEL
MODELO INFES COSTA, SE
ENCONTRÓ QUE CON LA NORMA
SÍSMICA DE 1977 SE OBTENÍAN
DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN
EL PRIMER ENTRE PISO DEL ORDEN
DE 3.0 cm. MIENTRAS CON LA NORMA
DE 1997 SE OBTIENEN
DESPLAZAMIENTOS DEL ORDEN DE
10 cm.*

*ERA EVIDENTE QUE EL
REFORZAMIENTO DEBÍA
CONSIDERAR LA
INCORPORACIÓN DE ELEMENTOS
QUE PROPORCIONEN MAYOR
RIGIDEZ LATERAL EN LA DIRECCIÓN
LONGITUDINAL, DE TAL MANERA DE
CONTROLAR LOS
DESPLAZAMIENTOS Y SUPERAR EL
PROBLEMA DEL CHOQUE ENTRE
COLUMNAS Y TABIQUES*

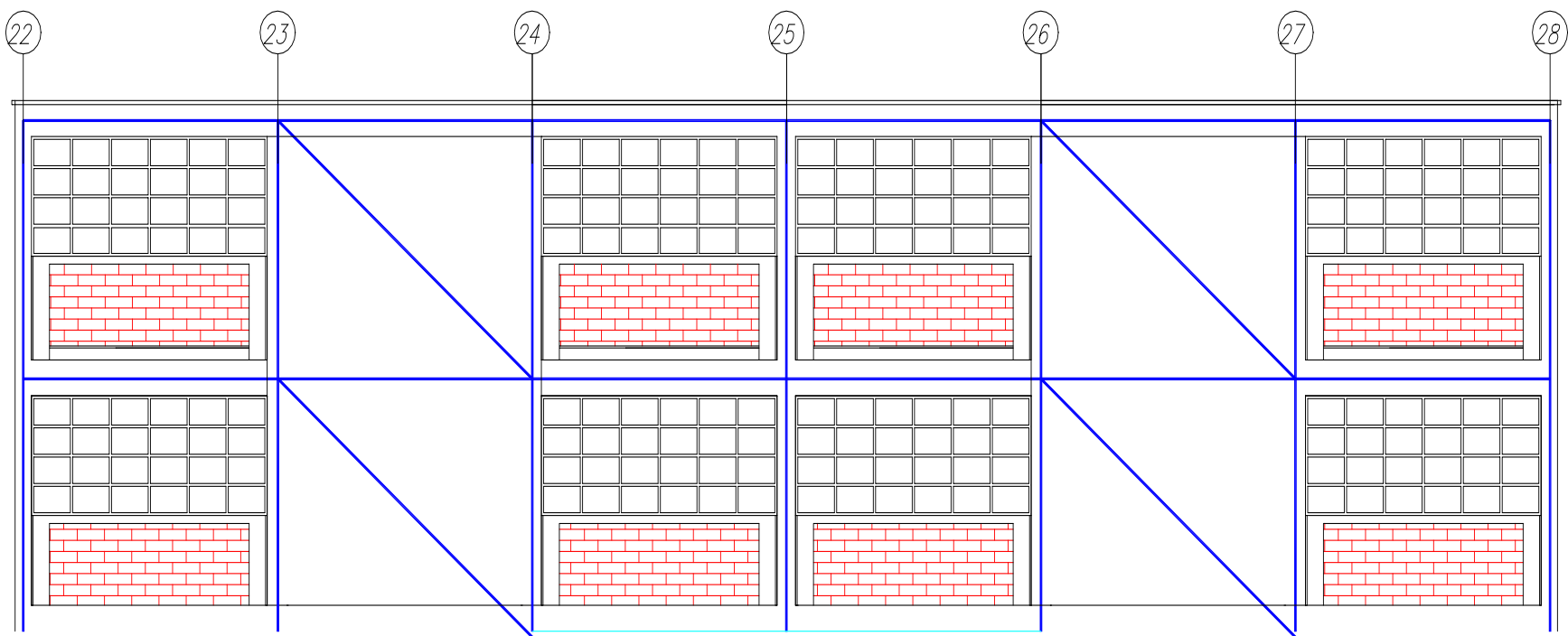
***PARA EL PROYECTO DE
REFORZAMIENTO SE
ANALIZARON DIVERSAS
ALTERNATIVAS:***

***a) CERRAR DOS PAÑOS EN CADA
EJE LONGITUDINAL CON
LADRILLO O CON CONCRETO***

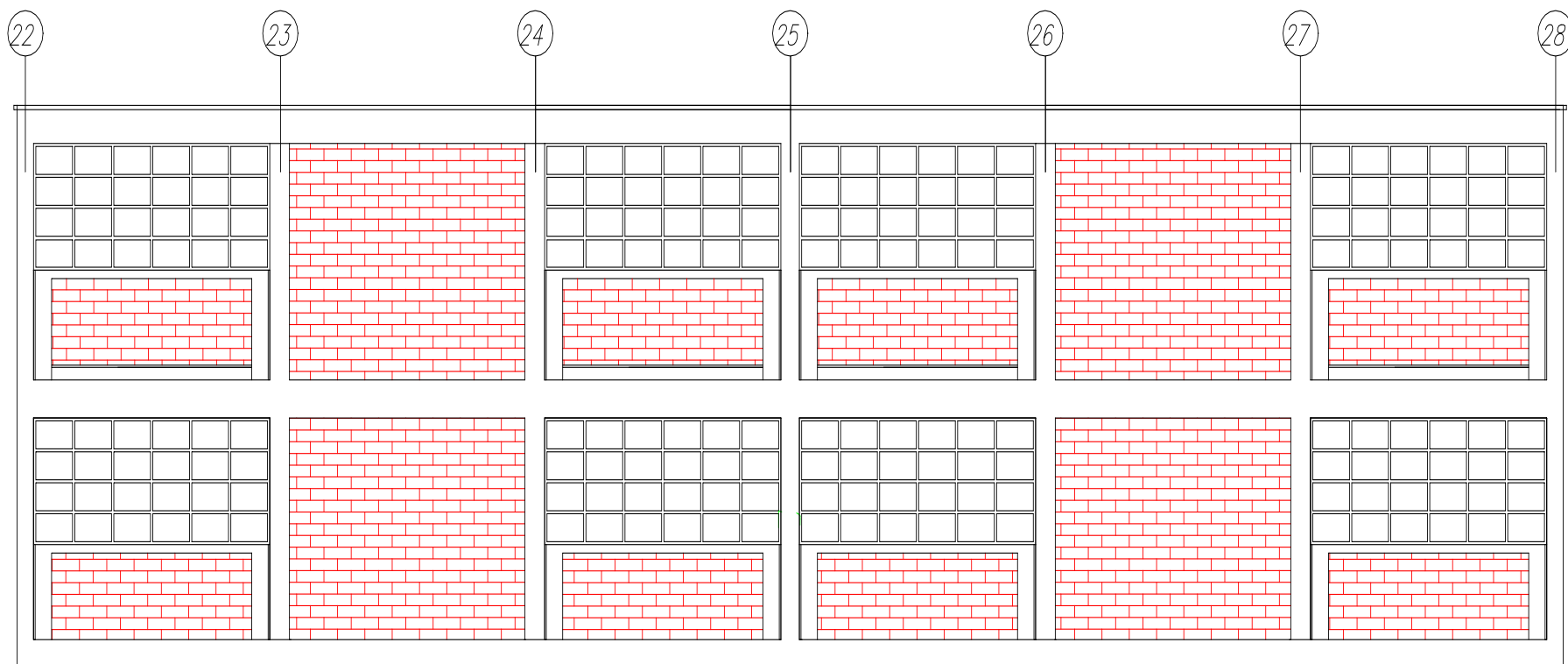
***b) ENFUNDAR COLUMNAS Y
CONFORMAR PLACAS***



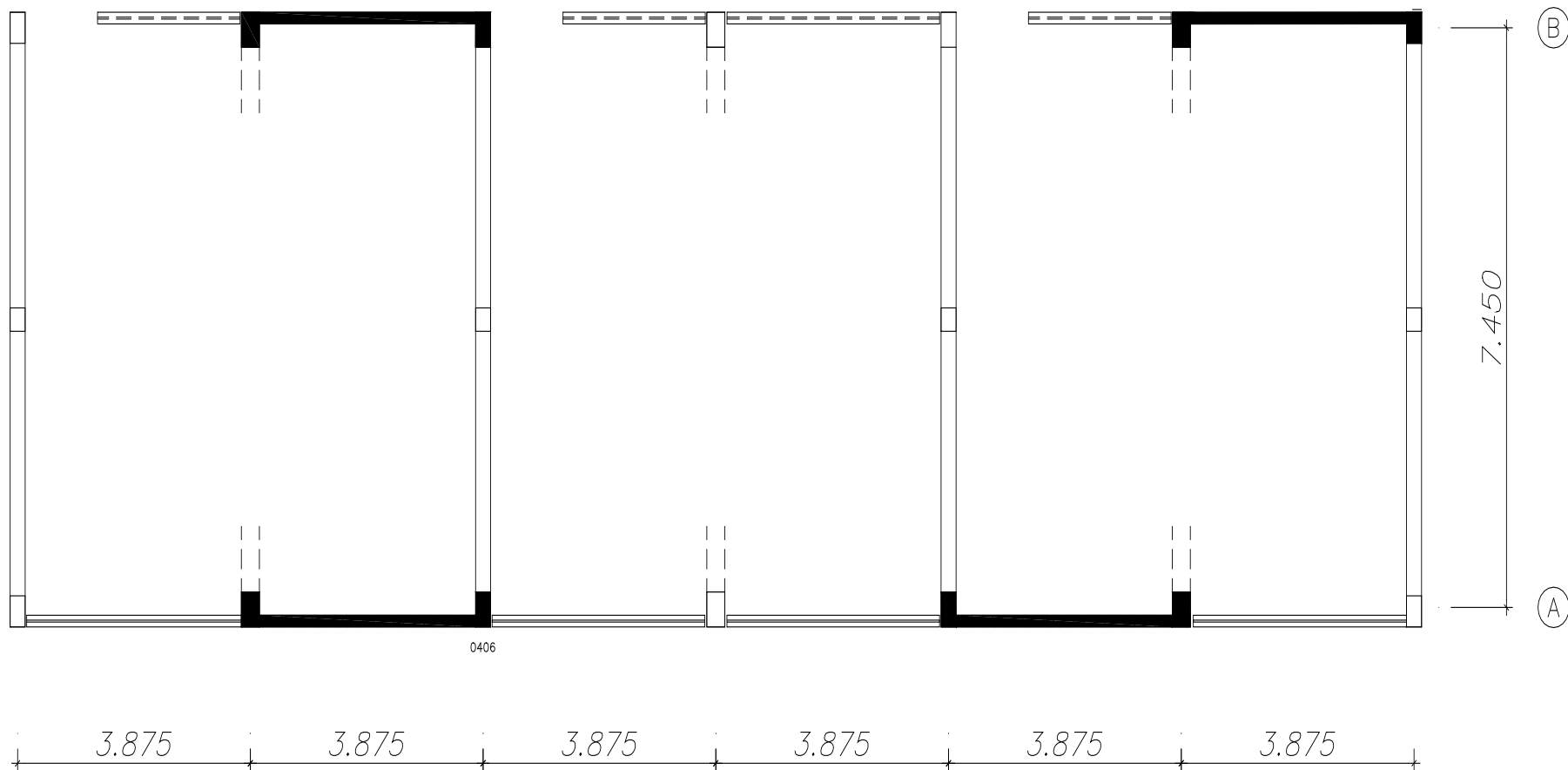
OPCION DE REFORZAMIENTO CON DOS MUROS
DE LADRILLO DE 25 cm. DE ESPESOR EN CADA EJE



ELEVACION DEL MODELO DE BARRAS
PARA EL ANALISIS SISMICO, CONSIDERANDO LOS
MUROS MODELADOS COMO DIAGONALES

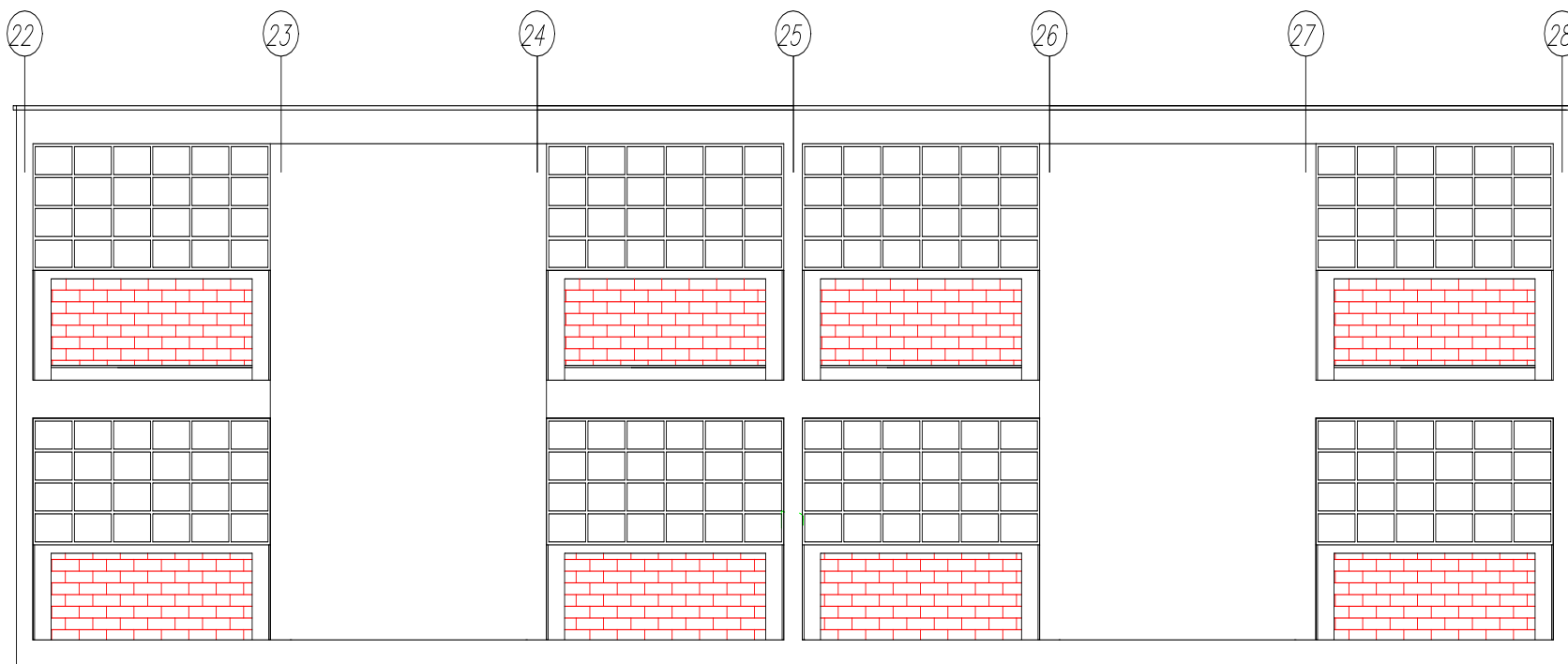


ELEVACION EXTERIOR INCLUYENDO
MUROS DE ALBAÑILERIA
CERRANDO 2 PAÑOS COMPLETOS

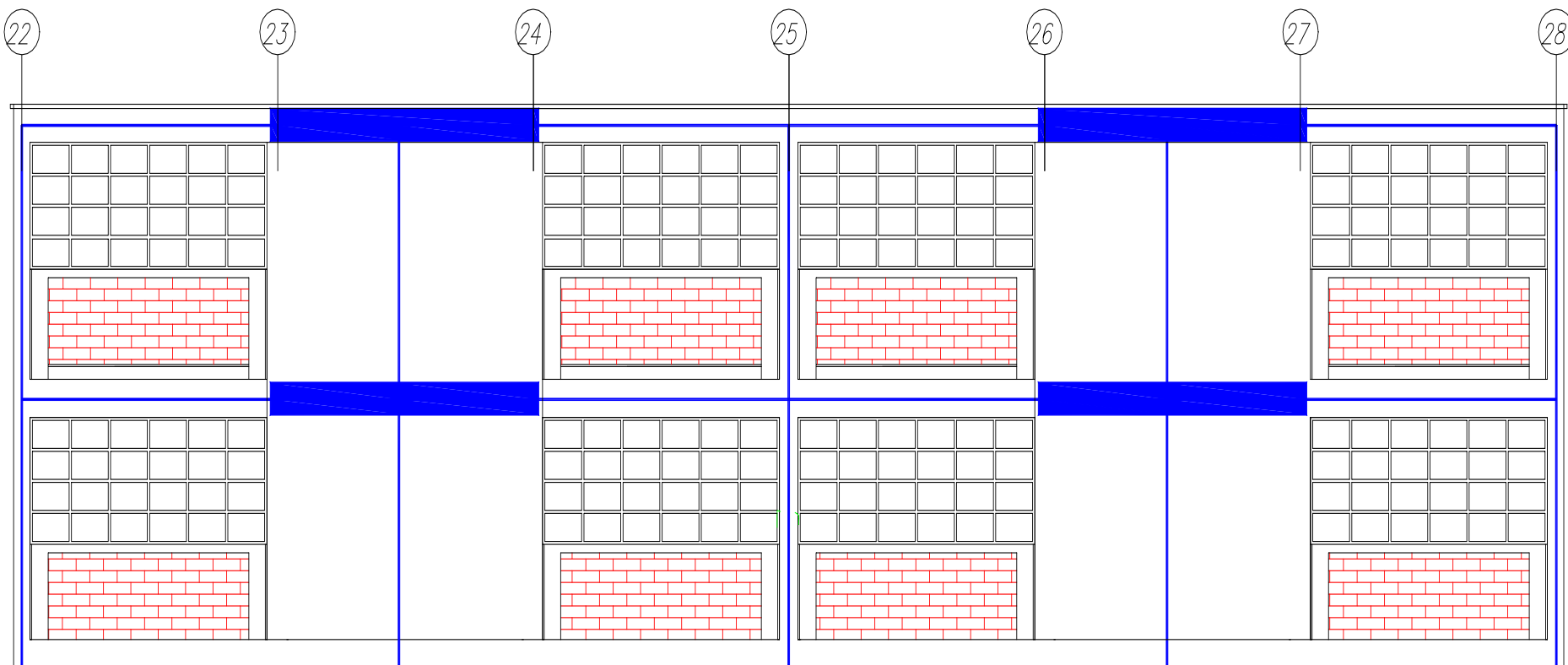


OPCION DE REFORZAMIENTO CON DOS PLACAS
DE CONCRETO DE 15 cm. DE ESPESOR EN CADA EJE

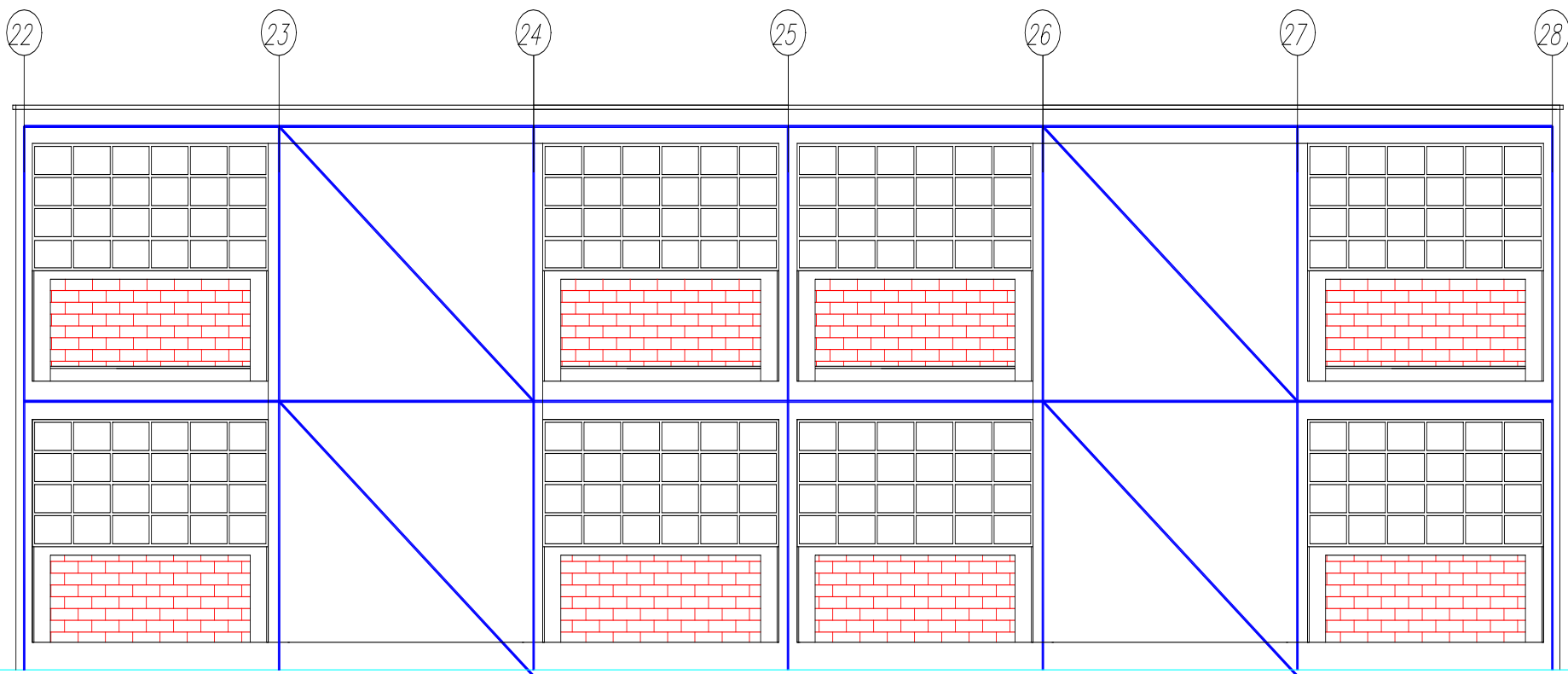
*EL MODELO PARA REALIZAR EL
ANÁLISIS SÍSMICO PUEDE
HACERSE CONSIDERANDO LAS
PLACAS UNIDAS A LAS VIGAS Y
COLUMNAS RESTANTES O
CONSIDERANDO DIAGONALES
QUE REPRESENTEN EL EFECTO
DEL MURO INCORPORADO
DENTRO DEL PÓRTICO*



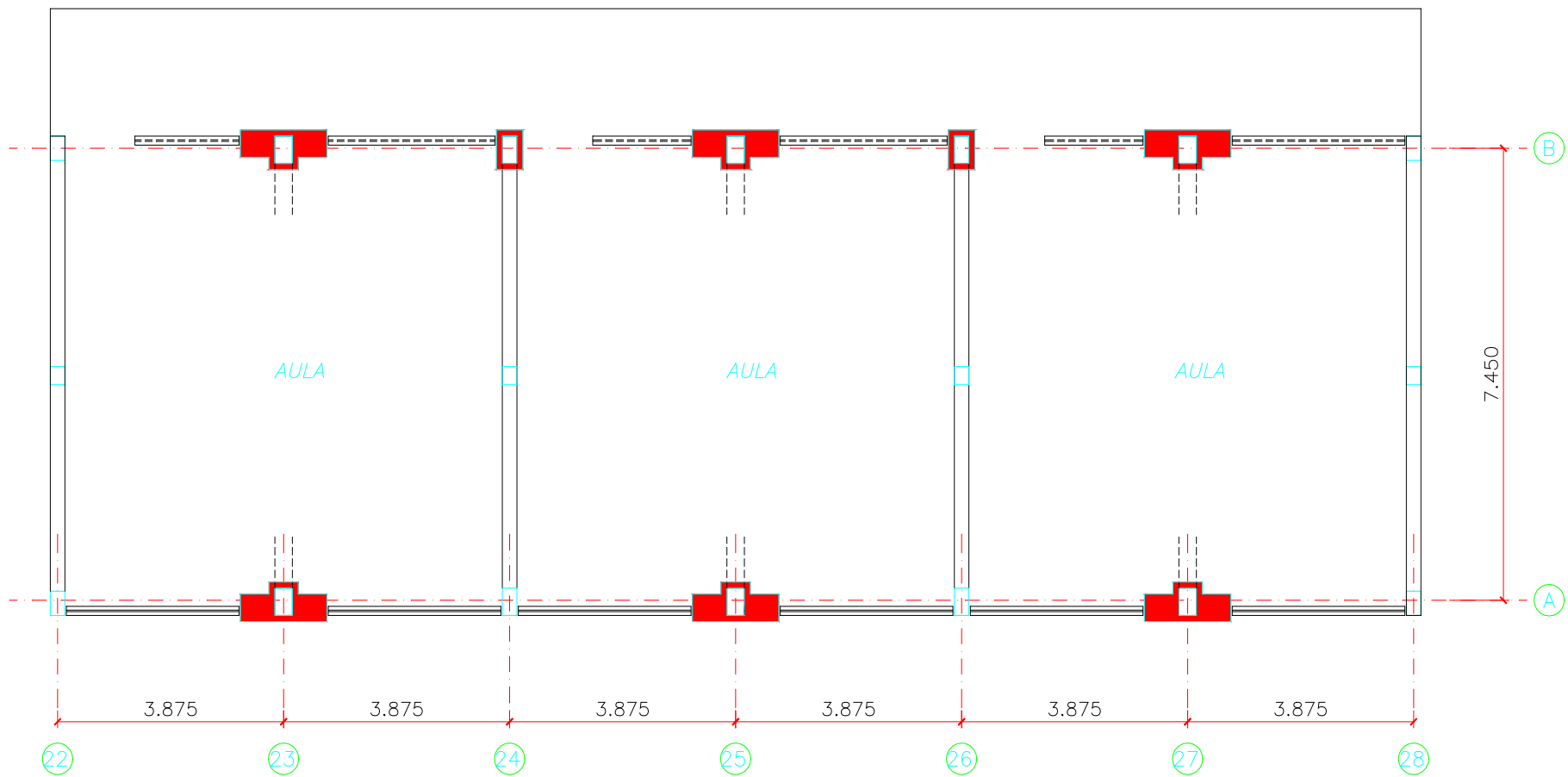
ELEVACION EXTERIOR INCLUYENDO PLACAS
DE CONCRETO ARMADO
CERRANDO 2 PAÑOS COMPLETOS

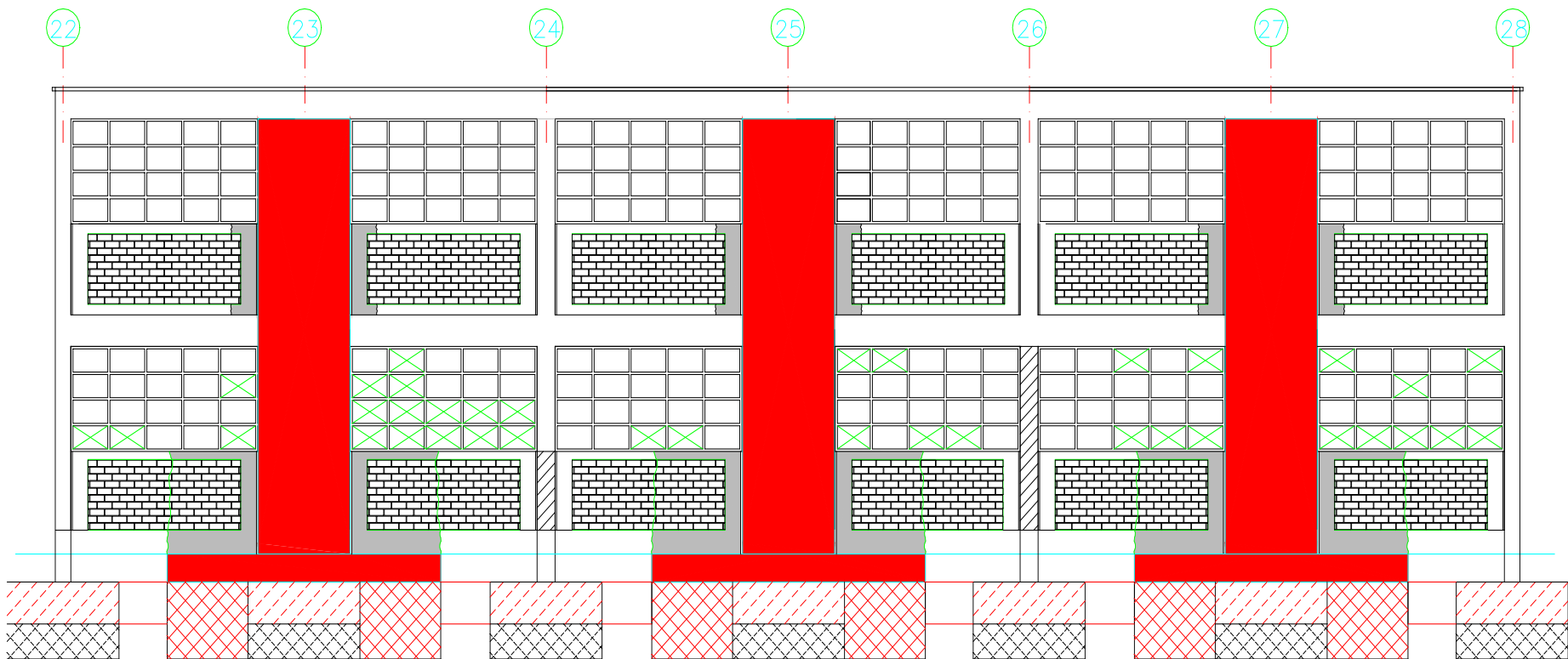


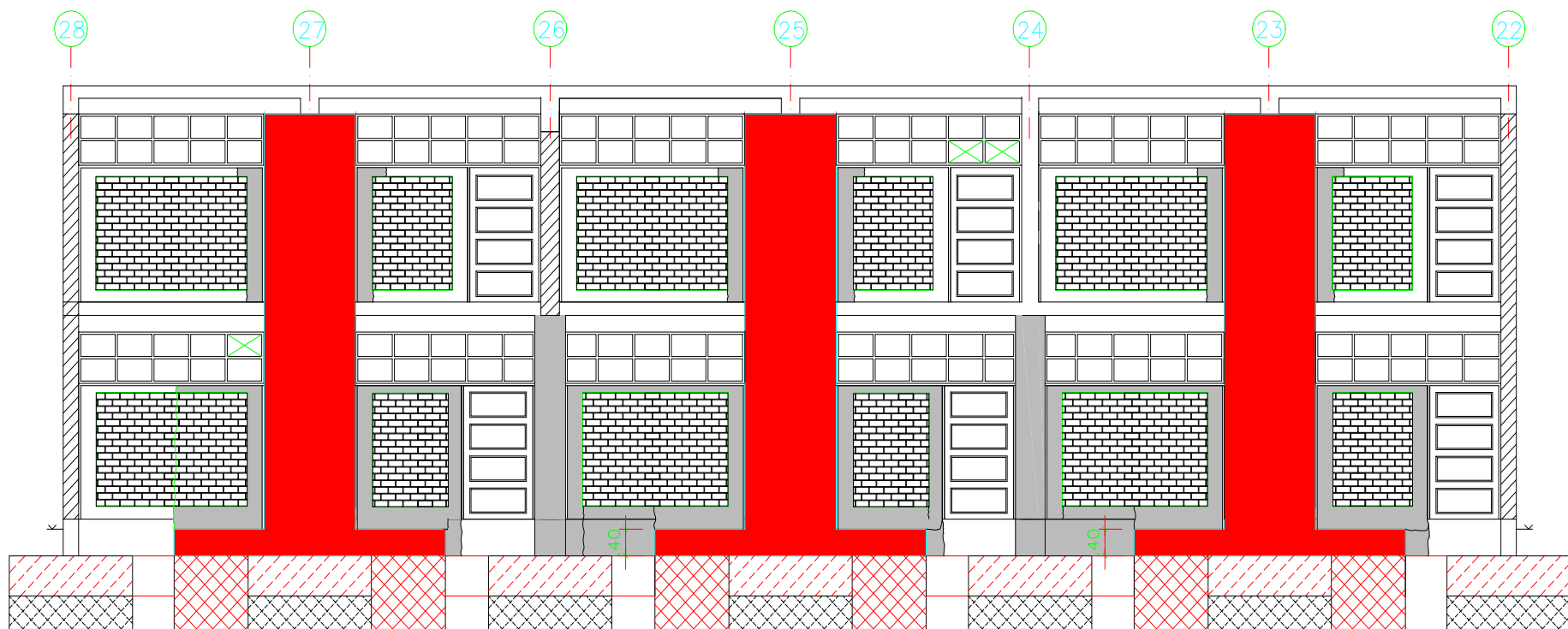
ELEVACION DEL MODELO DE BARRAS
PARA EL ANALISIS SISMICO, CONSIDERANDO LOS
MUROS MODELADOS COMO COLUMNAS Y BRAZOS RIGIDOS

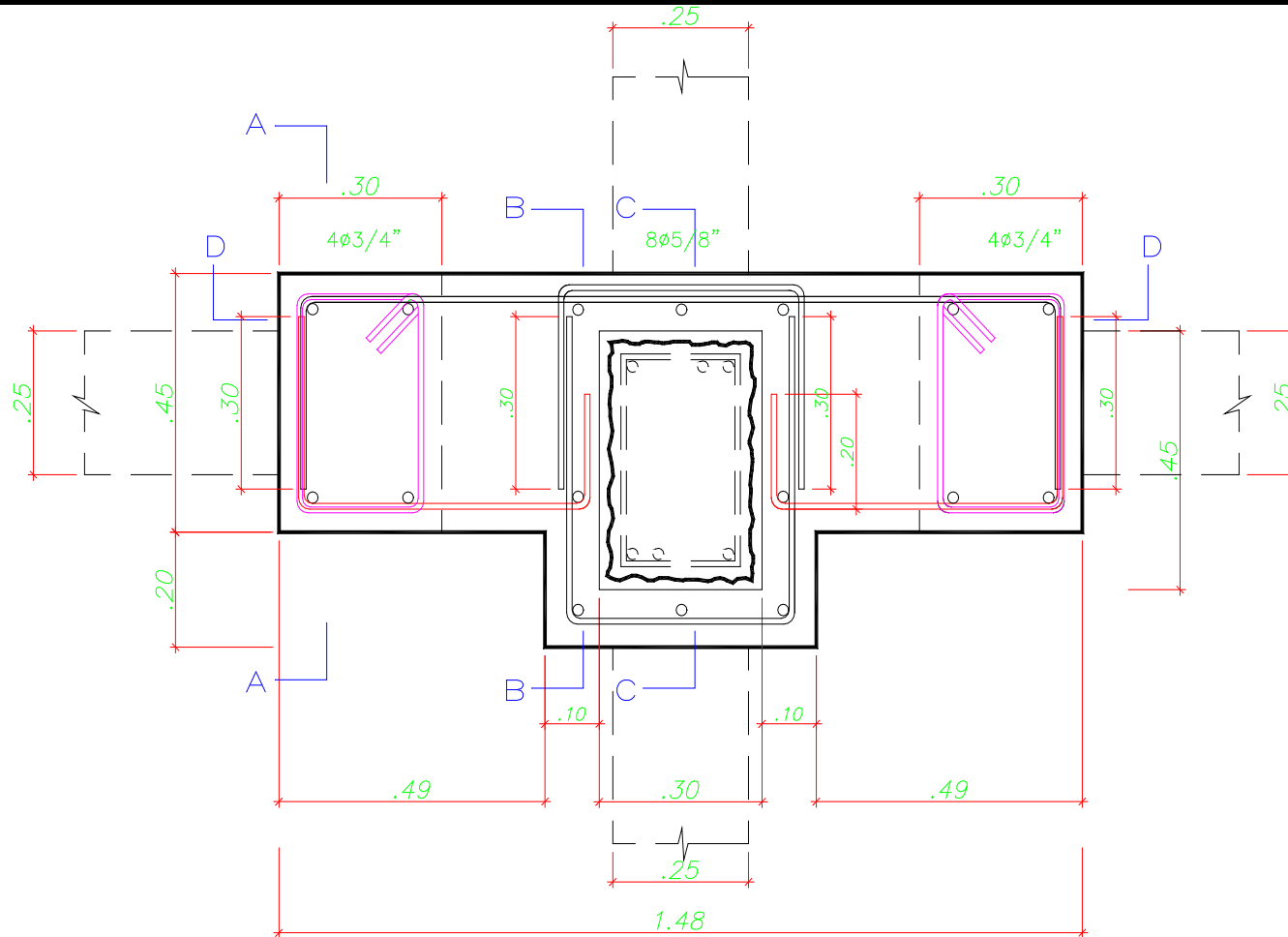


ELEVACION DEL MODELO DE BARRAS
PARA EL ANALISIS SISMICO, CONSIDERANDO LOS
MUROS MODELADOS COMO DIAGONALES

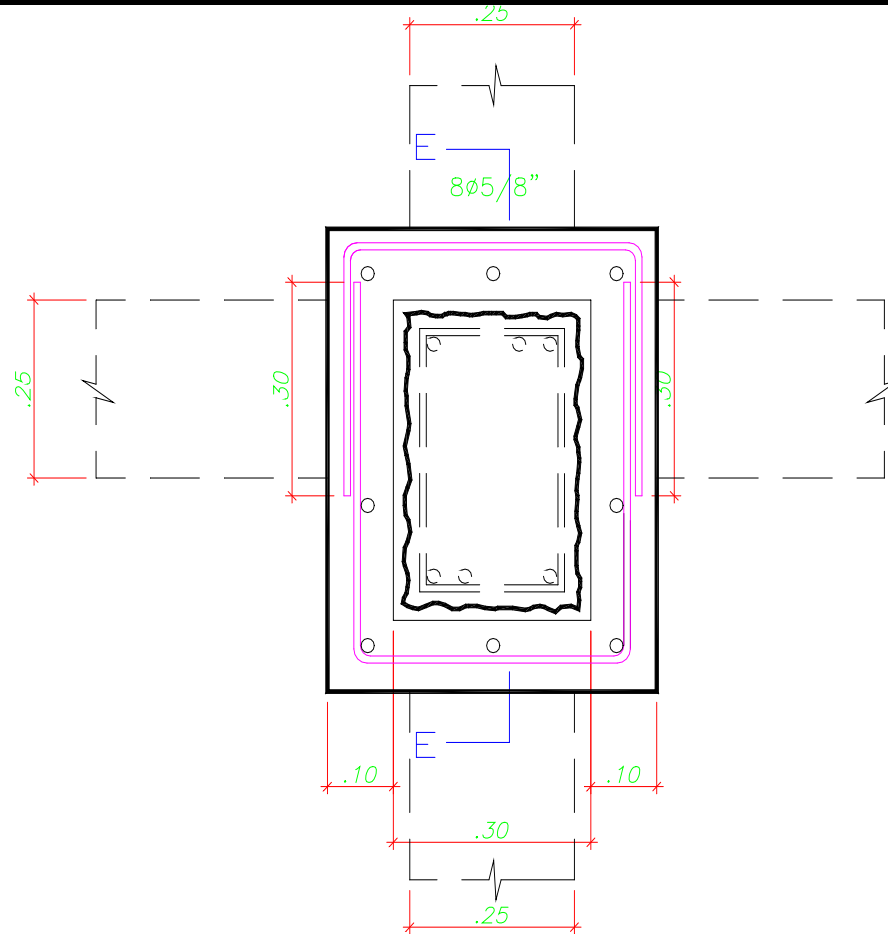




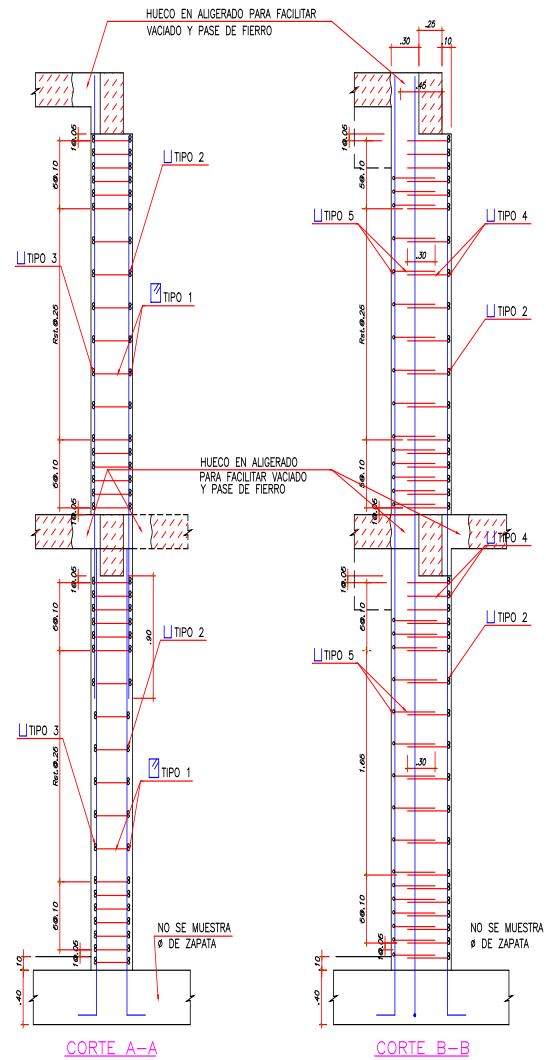




Planta de Columna Reforzada

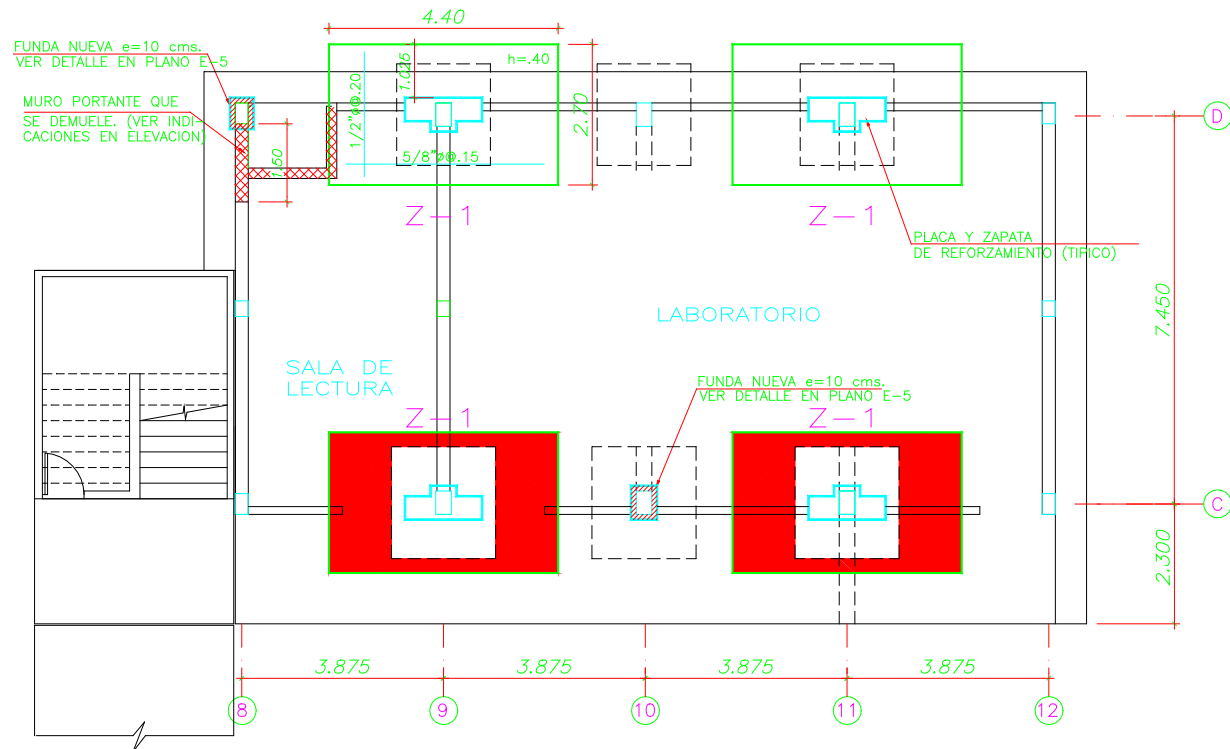


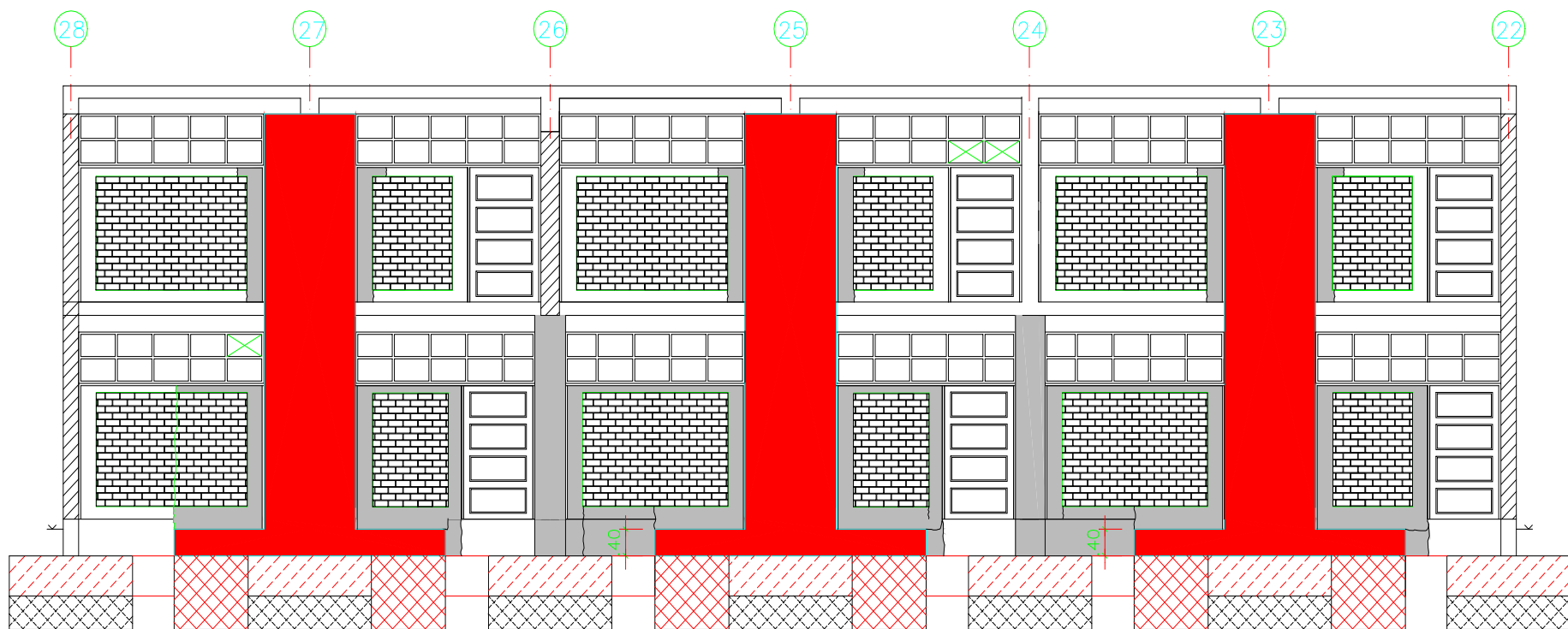
Columna que se enfunda



***LAS PLACAS COLOCADAS TOMAN
PRÁCTICAMENTE EL 100% DEL
CORTANTE Y REQUIEREN DE UNA
CIMENTACIÓN IMPORTANTE PUES
EL MOMENTO EN LA BASE ES
GRANDE EN COMPARACIÓN CON LA
CARGA VERTICAL ACTUANTE***

*COMO LAS COLUMNAS EXISTENTES
TENÍAN ZAPATAS AISLADAS Y AHORA
SE REQUIERE ZAPATAS MUCHO MÁS
GRANDES, SE CONSIDERÓ UNA
EXCAVACIÓN ALREDEDOR DE LA
ZAPATA EXISTENTE HASTA
ALCANZAR LA NUEVA ÁREA EN
PLANTA REQUERIDA*

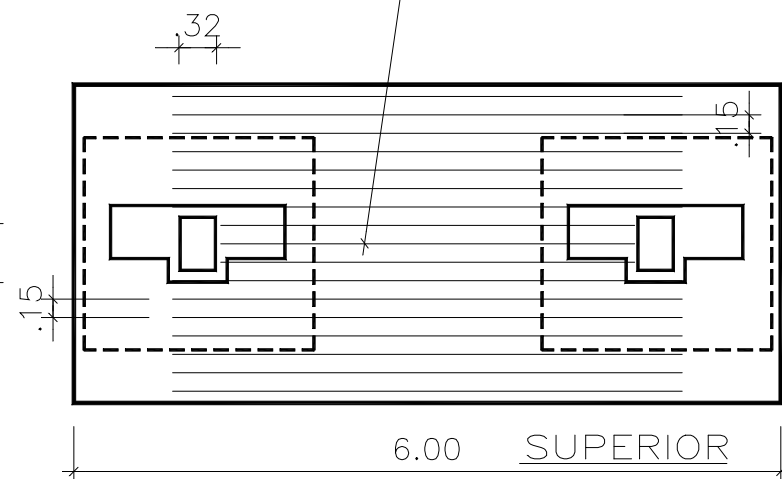
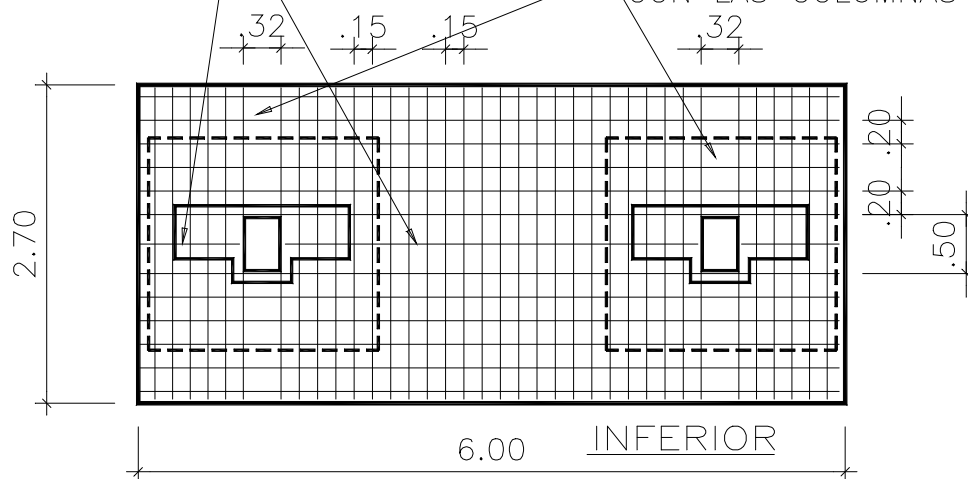




AQUI SI HAY FIERRO PERO
SE INTERRUPE EN LAS
COLUMNAS EXISTENTES

AQUI NO HAY FIERRO PUES SE INTERUMPE
CON LAS COLUMNAS

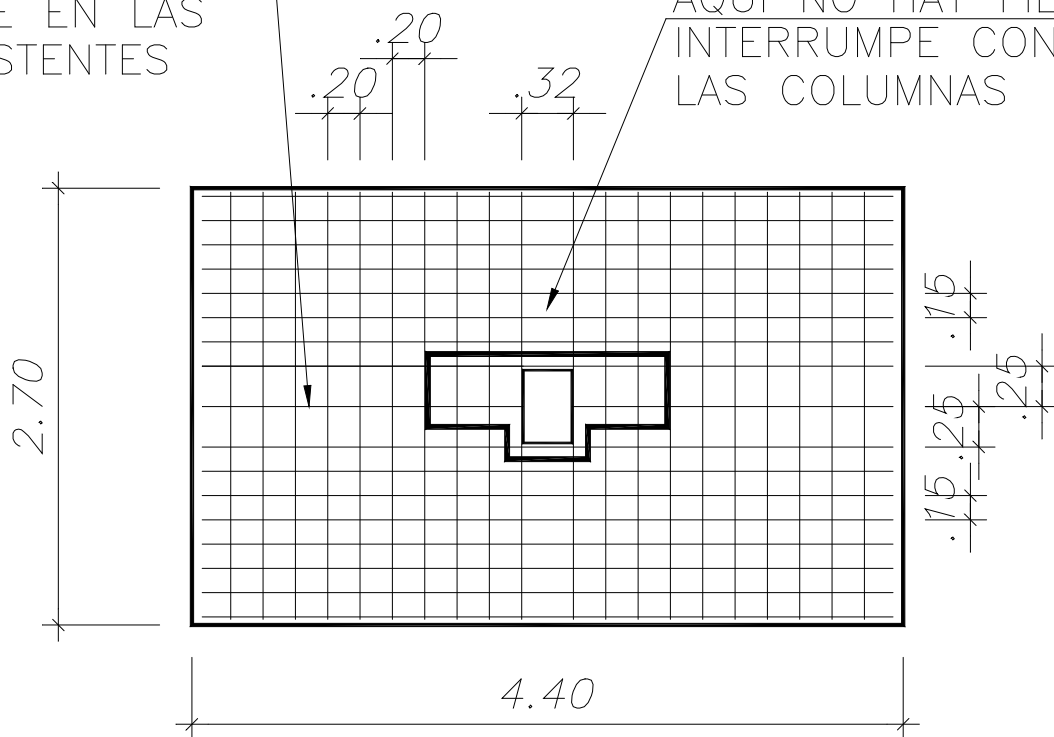
AQUI SI HAY FIERRO PERO
SE INTERRUPE EN LAS
COLUMNAS EXISTENTES



DETALLE DE FIERROS
DE ZAPATAS Z-1 INDICANDO LOS QUE SE
INTERRUMPEN EN LAS COLUMNAS EXISTENTES

AQUI SI HAY FIERRO PERO
SE INTERRUPE EN LAS
COLUMNAS EXISTENTES

AQUI NO HAY FIERRO
INTERRUMPE CON
LAS COLUMNAS



DETALLE DE FIERROS INFERIORES
ZAPATAS Z-1











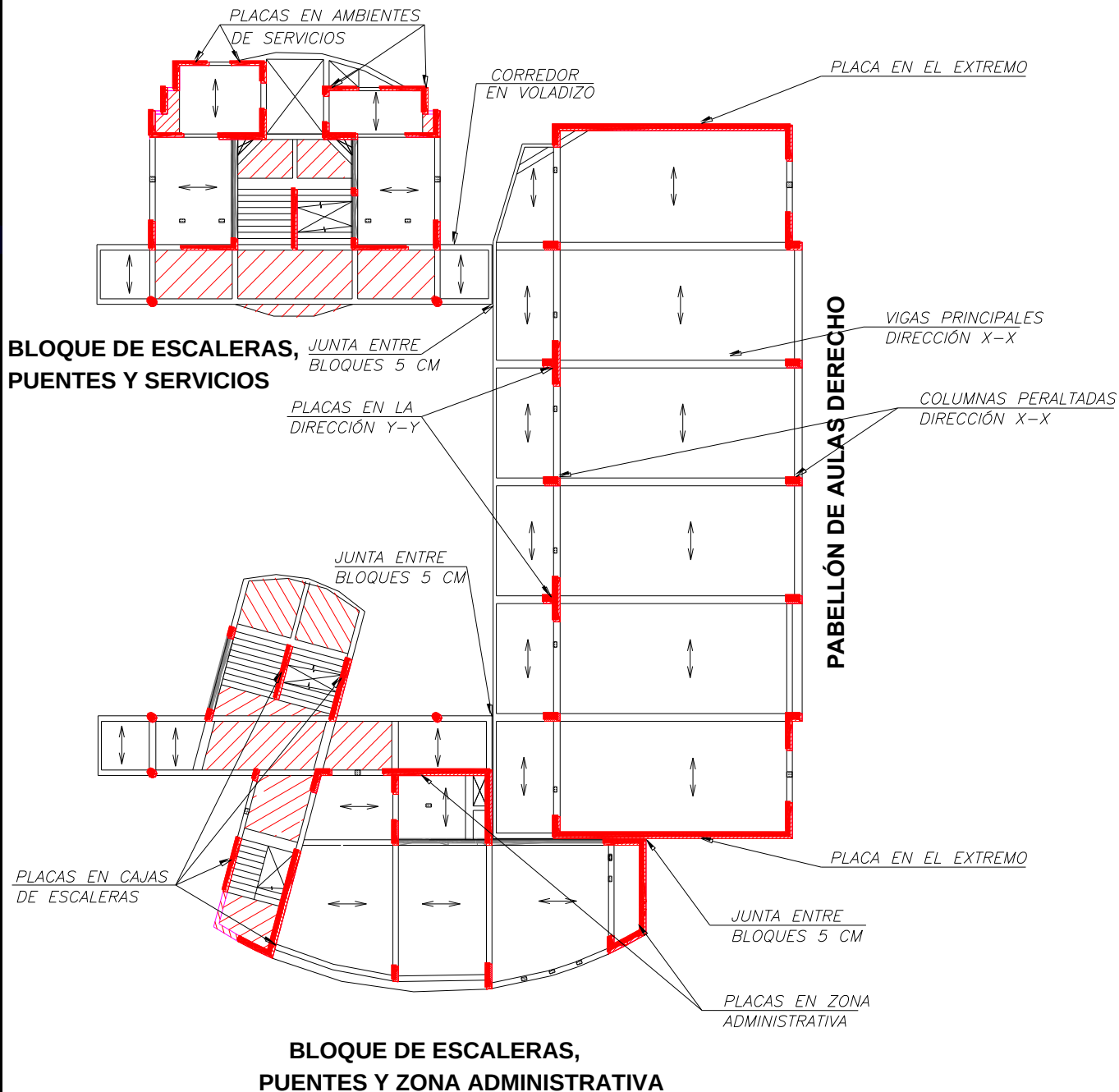


MANUEL C. DE LA TORRE™



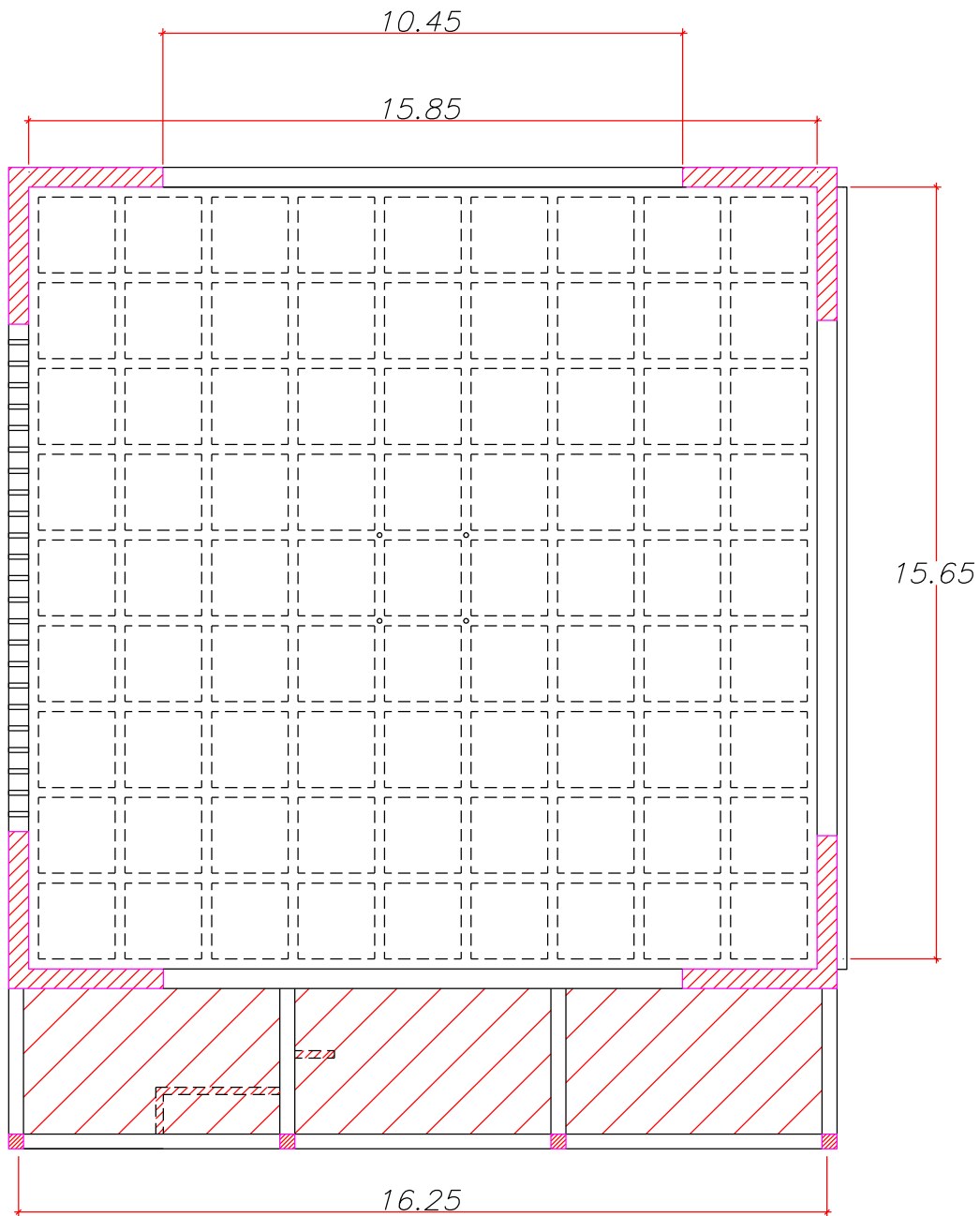


*COMO EJEMPLO DE LA
ESTRUCTURACIÓN QUE HOY
USAMOS EN LOS TÍPICOS
PABELLONES DE AULAS, DE
COLEGIOS O UNIVERSIDADES,
INDICAMOS ALGUNAS PLANTAS Y
FOTOGRAFÍAS DE PROYECTOS QUE
HE DESARROLLADO:*

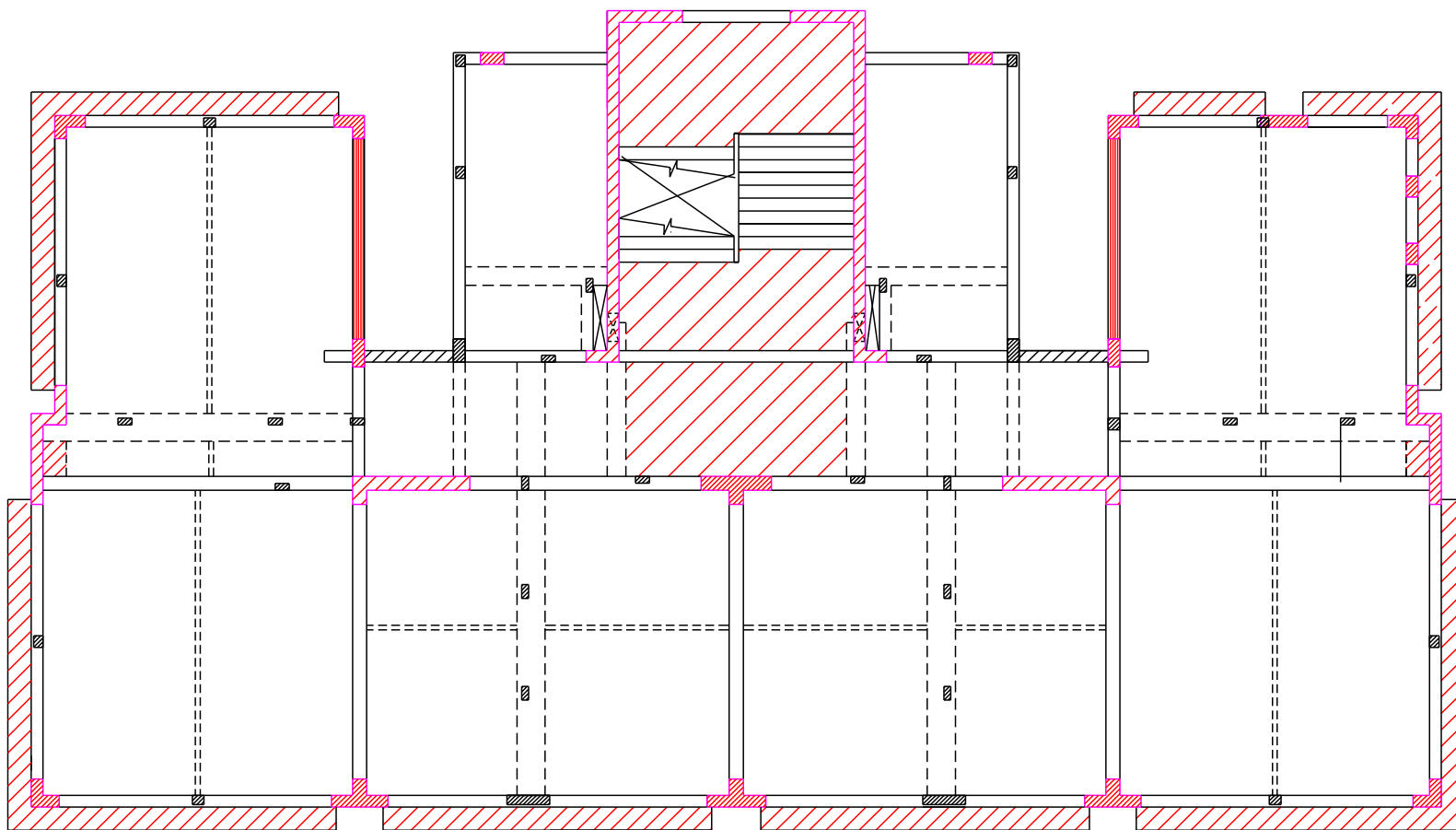












PRIMER PISO



