



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

**RECIMENTACIÓN PARA AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN DE
CASA HABITACIÓN DE 3 NIVELES Y MEDIO A 4 NIVELES Y MEDIO**

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN CONSTRUCCIÓN URBANA

P R E S E N T A :

ING. MIGUEL ANGEL MUÑOZ GOYTIA

DIRECTOR DE TESINA: ING. ÁLVARO JORGE ORTIZ FERNÁNDEZ

MÉXICO, D.F.

6 DE OCTUBE DE 2017

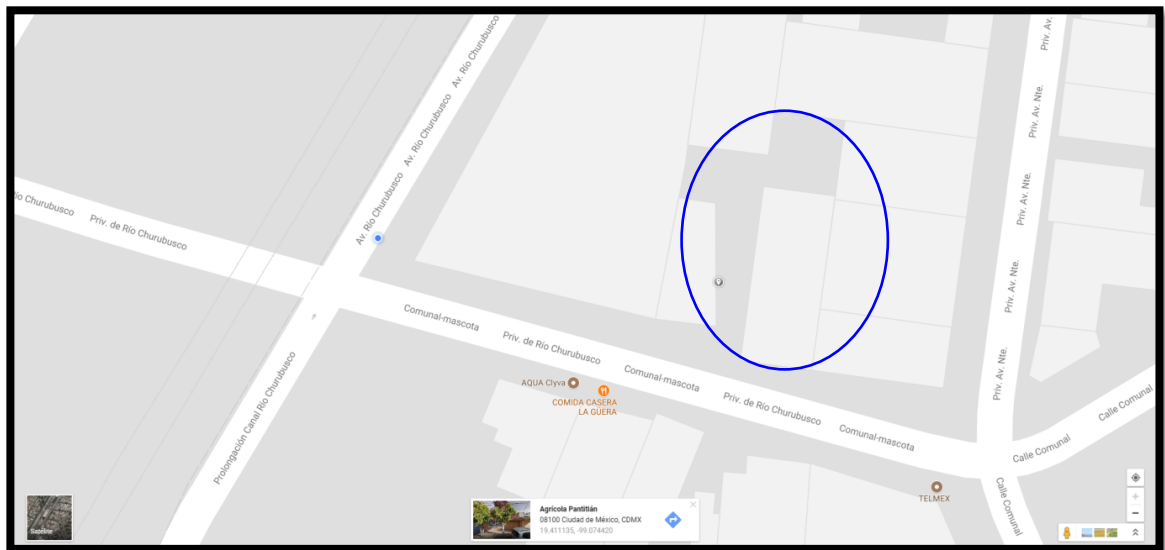
ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
ANTECEDENTES.....	5
PROBLEMÁTICA.....	13
ANÁLISIS GEOLÓGICO.....	13
ESTUDIOS DE LABORATORIO.....	17
ESTRATIGRAFÍA.....	19
ANÁLISIS GEOTÉCNICO.....	21
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	27
REPORTE FOTOGRÁFICO DE LA CASA.....	33
PROTECCIÓN DE LA EXCAVACIÓN.....	55
CONCLUSIÓN.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	58

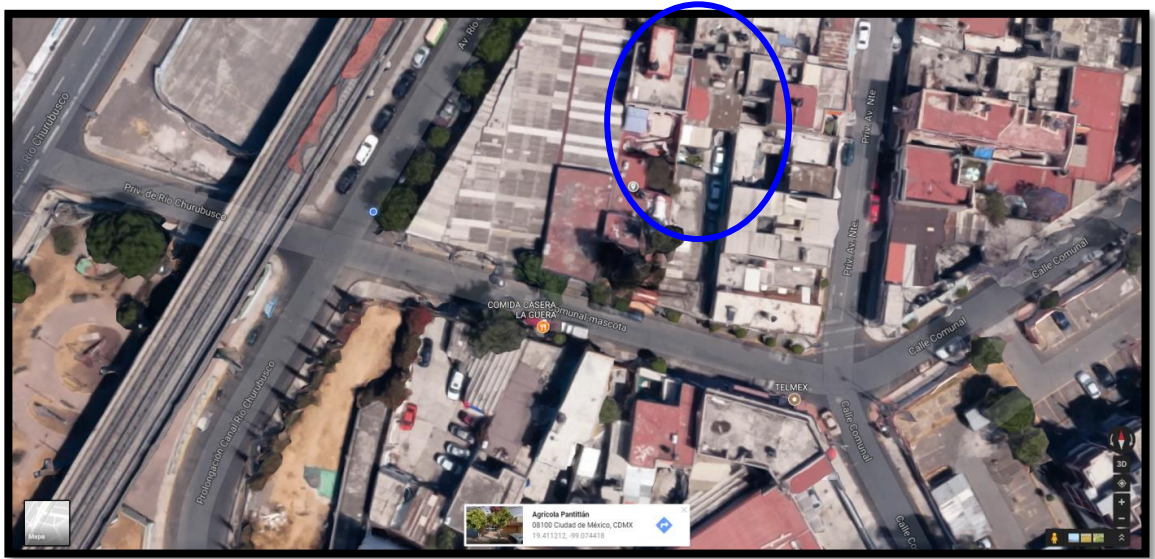
INTRODUCCIÓN

Se plantea la posibilidad de aumentar 1 nivel a los 3 niveles y medio existentes de una casa habitación ubicada en la calle privada río Churubusco 33 colonia Pantitlán. Para saber si es posible aumentar un nivel se debe hacer un estudio de mecánica de suelos para conocer la capacidad de carga del suelo, así como las cargas existentes y determinar si se requiere o no hacer una recimentación, después de conocer las condiciones en que se encuentra la cimentación actual. Para después poder plantear un método constructivo.

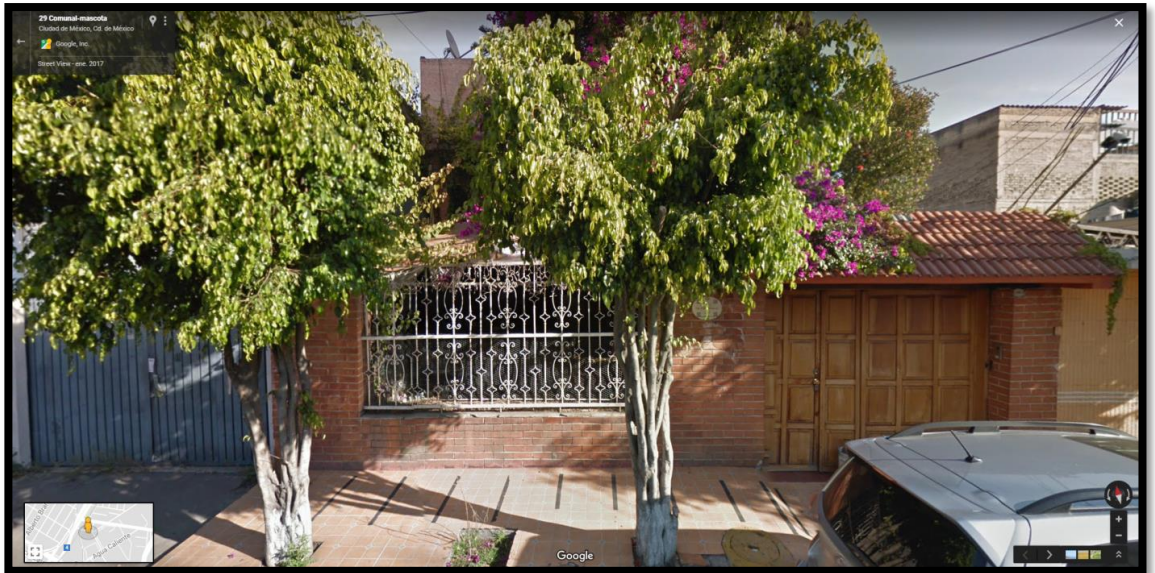
Para poder conocer las características de los depósitos de suelo en el sitio, fue necesario obtener muestras de suelo a diferentes profundidades mediante dos sondeos de tipo Mixto, el primero a 15 metros de profundidad y el segundo a 5 metros de profundidad y un pozo a cielo abierto de 1.5 metros de profundidad.



1.- Ubicación del predio



1.2 Ubicación del predio



1.3 Vista frontal del predio

ANTECEDENTES

Actualmente la casa cuenta con 3 niveles y la planta de azotea, su estructura es a base de columnas, losas de concreto armado, que forman marcos rígidos. La cimentación es de cimientos de mampostería de 60 centímetros de base y 40 centímetros de corona y se presume está colocado en forma de una retícula donde bajan las columnas, no sé conoce la veracidad de esto, debido a que no se cuentan con planos de cimentación.

El terreno donde se encuentra la casa es de forma semi rectangular con un fondo de 8.7 metros y un frente de 9.95 metros y tiene un largo de 38.85 metros. El área aproximada es de 362.28 metros cuadrados.

La finalidad del estudio de suelos es determinar la configuración estratigráfica del sitio donde se ubica el proyecto, definiendo el comportamiento mecánico del suelo. Con el objeto de realizar el diseño geotécnico para proponer una alternativa de cimentación.

A continuación, se describe brevemente que son los cimientos de mampostería.

Estos cimientos pertenecen a las cimentaciones superficiales, su función es la de repartir las cargas de las construcciones hacia el suelo, sobre todo en terreno grandes y extendidos que soportan los esfuerzos. Actualmente casi no se usa pues la ingeniería ha evolucionado y estos cimientos fueron reemplazados por cimentaciones más sólidas, estos cimientos los encontramos en estructuras antiguas.

Se construyen con piedras y mezcla de cemento y arena, las piedras utilizadas son aquellas que no tienen oquedades, siempre poniendo la mezcla sobre la superficie más rugosa para garantizar una buena adherencia. Aunque lo ideal es usar mortero para pegar las piedras.

¿QUÉ ES LA RECIMENTACIÓN?

Significa cambiar, reforzar o modificar la cimentación de una estructura. En la recimentación se colocan elementos de concreto armado o concreto ciclópeo, debajo de los cimientos de las edificaciones, se debe recimentar cuando suceden los siguientes casos:

- Por la modificación de las condiciones de los cimientos existentes, por ejemplo, si se hace una excavación en un terreno adyacente y se desconfinan el cimiento de la estructura.
- Otro caso es por el mal funcionamiento de la actual cimentación, ya sea que exista un hundimiento o una falla.
- También se debe recimentar cuando se cambia el uso o se debe modificar la estructura de la edificación, por ejemplo, si se aumentarán las cargas a las que estará sujeto el edificio o donde los terrenos adyacentes modifican sus condiciones.
- Si se realiza una excavación adyacente al mismo nivel o más profunda que los cimientos de la estructura existente.

Las recimentaciones se efectúan para estructuras livianas y la principal razón es por la excavación que se realiza en un terreno adyacente y se realiza para casas de hasta 3 niveles.

Una recimentación es una acción y una maniobra delicada sobre la cimentación e implica un gran riesgo, puesto que, por obvias razones se realiza con una estructura encima de los trabajadores, una recimentación debe estar 100% justificada. Para esto, se debe hacer un estudio de mecánica de suelos y un análisis de los daños que ha sufrido o sufrirá la estructura y los cimientos existentes y también se debe justificar el hecho de que se requiera aumentar la capacidad de carga del suelo y se necesite aumentar el desplante de la cimentación actual y con base en esto plantear una solución de recimentación adecuada.

La recimentación que busca corregir alguna situación dañina para la estructura existente, busca eliminar o controlar las causas que están ocasionándole daño a la cimentación existente. Las causas que provocan las lesiones es imprescindible eliminarlas o controlarlas antes de hacer otra cosa pues si las causas siguen estando en el edificio éste volverá a padecer las mismas deformaciones. En el caso de las deformaciones a veces lo único que se hace es impedir que se sigan produciendo, ya que la deformación es aceptable, y en otros casos se intenta restituir el edificio.

Cuando se debe hacer una recimentación se debe tomar en cuenta varios factores, en primer lugar el tiempo, pues no será lo mismo intervenir en un edificio en perfectas condiciones al que se quiera dar otro uso que en un edificio a punto de ceder por culpa de los asentamientos diferenciales, pese a que en el estudio en cuestión el tiempo no es factor para la adecuada intervención no deja de ser una variable altamente sensible, puesto que se descubrirán los cimientos existentes y se procederá a descubrir el terreno debajo de esos cimientos.

En segundo lugar, tendremos en cuenta que mientras nosotros estemos trabajando en el edificio éste está en un estado más delicado que al principio de la obra. Otro aspecto para tener en cuenta es el económico puesto que en la ejecución de las intervenciones los cálculos del presupuesto sufrirán variaciones. En cuanto a los tipos de intervenciones podríamos clasificarlas en dos: superficiales y profundas. Aunque hay otras operaciones de refuerzo que no actúan sobre las cimentaciones sino sobre el terreno de apoyo, aunque estas operaciones se suelen ejecutar complementando a las intervenciones sobre las cimentaciones.

- Recimentación superficial

Son aquellos casos en los que los trabajos para intervenir la cimentación se realizan a un nivel muy cercano a los cimientos existentes o para mejorar el terreno sobre el cual se desplanta la cimentación. Dentro de la recimentación superficial existen 3

tipos de intervenciones según las condiciones en que se encuentre la cimentación y la calidad del terreno y estas son: refuerzo, ampliación o sustitución.

- Refuerzo: se emplea cuando la superficie de apoyo es suficiente, sin embargo, la cimentación es deficiente ya sea, por mala ejecución o por deterioro. Las soluciones más empleadas son la inyección de lechada o mortero de cemento y la introducción de armaduras.
- Ampliación: Cuando la cimentación está bien construida y se conserva en buen estado, sin embargo, la superficie de apoyo es insuficiente, será necesaria la ampliación de la cimentación para conseguir la superficie de apoyo conveniente. Existen dos tipos de ampliaciones, las laterales y las que son por debajo. Se debe tener en cuenta que se tiene que mejorar el terreno cuando se realice una ampliación.
- Sustitución: Si las opciones antes mencionadas no son viables por el deterioro de la cimentación se procede a realizar una sustitución, sin tomar en cuenta la cimentación existente. Se pueden sustituir tanto las zapatas aisladas como las continuas, además también nos queda la opción del puenteado, que consiste en hacer otra cimentación a los lados o en el perímetro de la cimentación existente.
- Recimentación profunda

La intervención en profundidad tendrá dos líneas principales de acción, la sustitución de la cimentación por una nueva y el refuerzo de la cimentación ya existente. A pesar de tener estas dos líneas de acción, las recimentaciones profundas se clasificarán según si se necesita: recalzar cimentaciones superficiales, rehabilitar la estructura para poder construir sótanos o recalzar cimentaciones profundas.

También se utilizarán este tipo de intervenciones cuando se vayan a realizar obras en el entorno que puedan afectar a la estructura.

- En cimentaciones superficiales se recurrirá a una intervención profunda cuando la ejecución de recalces superficiales sea muy difícil por la presencia de terrenos inestables o niveles freáticos, y cuando la capacidad de carga del estrato de apoyo es insuficiente. Las intervenciones sobre estas cimentaciones pueden ser por pilotes (pilotes, micropilotes, pilotes especiales) o por pozos.
- En la creación de sótanos hay que tener en cuenta que el edificio no está dañado, y únicamente se quiere rehabilitar el edificio. La ventaja de esta situación es que el edificio tiene un correcto funcionamiento y por ello el factor del tiempo no es determinante y no va en contra y además el edificio da una mayor fiabilidad a la hora de la ejecución de la intervención puesto que la estructura aguantara más al no estar dañada. Los métodos más utilizados serán: la prolongación hacia abajo de la estructura recalzando pilares y muros, la rigidización del edificio y posteriormente una ejecución en sótano de una estructura portante, y, por último, conservar la fachada y hacer una nueva estructura interior.
- En cimentaciones profundas se recurrirá a este tipo de intervención cuando se deba sustituir o mejorar un pilotaje deficiente. El método utilizado serán los pilotes.
- Técnicas de refuerzo y recimentación

Las técnicas de refuerzo y recimentación no tradicionales todas aquellas técnicas que utilizan tecnología y maquinaria relativamente modernas como pretensados de armaduras, pilotes y micropilotes o inyecciones en el terreno. Las técnicas de refuerzo son aquellas que no constituirán una acción directa sobre la cimentación. En este caso serán todas las intervenciones sobre el terreno, como el jet-grouting, las inyecciones, el drenaje, la compactación, entre otras.

Las técnicas que actúen directamente cimentaciones superficiales y profundas son los micropilotes, los pilotes, los puenteados, entre otras.

- Inyecciones de cimentación

Estas inyecciones consisten en hacer penetrar en el terreno la correspondiente solución de lechada de cemento la cual adquiere rigidez formando un material de alta resistencia y cohesión. La difusión y penetración de las inyecciones es muy irregular y difícilmente controlable concentrándose en las zonas más abiertas o permeables, ello hace que este tipo de tratamientos pueda causar daños imprevisibles en las instalaciones.

Estas inyecciones son apropiadas en materiales granulares gruesos, pero en caso de arenas finas o arcillosas hay que recurrir a la impregnación de tipo química. El fluido químico es mucho más caro y consiste en la utilización de un gel de sílice, este gel alcanza rápidamente una resistencia de 2 a 5 kp/cm². los geles más duros alcanzan una resistencia de trabajo de 10 a 40 kp/cm² una vez que han fraguado y se han curado. La profundidad de los taladros, mediante los cuales se inyecta la solución, se fijan estimando la amplitud del bulbo inyectado en correspondencia con un cierto volumen de inyección, por ello este trabajo resulta muy impreciso. La profundidad dependerá de la presión y la viscosidad del producto inyectado.

Los objetivos de las inyecciones son principalmente, reducir la compresibilidad del terreno, aumentar su resistencia, disminuir la permeabilidad, rellenar sus fisuras, cementar y colmar los poros del terreno. En caso de usar lechada de cemento las proporciones agua/ cemento son de 10 a 1 y luego se van disminuyendo durante la ejecución a 2 a 1 o incluso de 1 a 2. Las emulsiones asfálticas y las suspensiones de bentonita son las más útiles para disminuir la permeabilidad de un terreno.

- Inyecciones de relleno

Estas inyecciones se utilizan para sellar y colmatar capas de terreno o rellenos flojos en los que hay huecos importantes. Estos huecos pueden deberse a la formación original del terreno o a un fenómeno de disolución o a un arrastre de tierras por las aguas freáticas (socavación). Aunque crean una buena cimentación su objetivo principal es sustituir los huecos por un material de suficiente resistencia para que el

conjunto resultante soporte las cimentaciones en condiciones de seguridad. Se utilizan mezclas con gran capacidad de absorción de agua como las lechadas de bentonita cemento o productos químicos como los poliuretanos.

- Inyecciones de compactación

Estas inyecciones consisten en la introducción en el terreno de un mortero plástico de arena- cemento a elevadas presiones. Debido a su viscosidad el mortero, en lugar de rellenar los huecos, desplaza el terreno como un gato hidráulico, lo densifica, y crea una estructura final mucho más resistente. Esta inyección es más fácil de controlar ya que el producto queda más cercano al lugar de la inyección. Muy recomendable para suelos arenosos, no limos ni arcillas ya que el agua intersticial provoca un mal drenaje y crea inestabilidad. Las mezclas deben ser densas y poco permeables, por consiguiente, lo mejor será mortero con baja relación agua-cemento o mezclas de lechada con materiales inertes. Esta inyección tendrá una consistencia seca (12-15% cemento) y alcanza resistencias de 30-50 kg/cm². Aunque en algunos casos puede reducirse la cantidad de cemento y usar puzolanas. La arena debe ser media, inferior a 2.5 mm, es normal la adición de limo o arcilla para dar elasticidad a la mezcla. Las distancias entre taladros, de 50-75mm de diámetro, serán entre 1.5 y 3 m, las presiones puede llegar a 40 kg/cm² y el tratamiento suele hacerse en cada taladro por tramos ascendentes o descendientes de 1.5 a 1.8 m de longitud. Este tipo de inyecciones está recomendado para recuperación de asientos diferenciales, levantamiento o rectificación de rasantes en soleras. También para mejorar la resistencia del terreno en zonas de pilotaje o mejorar el apoyo de zapatas.

- Jet – grouting

Actualmente es muy utilizado, es una técnica clásica dentro de las cimentaciones especiales. Esencialmente consiste en la inyección de lechadas de cemento a presiones muy altas capaces de romper el terreno y producir una mezcla del terreno con la lechada del cemento inyectado. El resultado final es un nuevo suelo, más o

menos cilíndrico, cuya resistencia y permeabilidad son diferentes a las del suelo original. El equipo está formado por tres componentes, una perforadora parecida a las usadas para micropilotes, pero dotada de mecanismos muy automatizados, una mezcladora que mide y dosifica las características de la lechada y una bomba muy potente capaz de bombear un gran volumen de caudales a grandes presiones. Para la perforación se usa el tricono o bien un martillo de fondo, se agrega agua de refrigeración y se eliminan los detritus, así se procede hasta alcanzar la cota inferior del tratamiento donde se sitúa la tobera. Una vez alcanzada la profundidad deseada se extraen los tubos o monitores de perforación, al mismo tiempo que se ha inyectado una mezcla a presiones muy altas. Por eso el monitor posee unas toberas de salida de la inyección por encima de la punta de ataque. La mezcla inyectada es una mezcla de cemento, aunque se le pueden inyectar otros tipos como sustancias químicas, bituminosas o bentoníticas.

PROBLEMÁTICA

Después de realizar el estudio de mecánica de suelos, de analizar los datos y de interpretar los resultados se deberá dar respuesta a la interrogante planteada en la introducción si se puede o no construir un nivel más y con base en esto y asumiendo que sea factible la construcción de dicho nivel, se planteará el procedimiento constructivo que se llevará a cabo para ejecutar la obra civil, en la casa de 3 niveles y medio en Privada de Río Churubusco #11 Colonia Pantitlán.

ANÁLISIS GEOLÓGICO

A continuación, se describe de manera breve la Zonificación Geotécnica de la Cuenca del Valle de México, con el fin de entender qué tipo de suelo es sobre el cual nos encontramos y entender sus características

Con la información estratigráfica y de propiedades índice se propuso hace 30 años una zonificación geotécnica en la que los terrenos urbanizados en esa época se determinaron a 3 zonas características que son las de: Lomas, Transición y Lago. Esta zonificación cambio por la de: zonas I, II, III en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y se agregó una zona IV, para cubrir la expansión de la mancha urbana hacia zonas prácticamente inexploradas desde el punto de vista geotécnico. Según aclaran las disposiciones reglamentarias, el plano de zonificación no tiene otro objetivo que el de servir como referencia y ubicar las edificaciones de acuerdo con las normas sobre seguridad estructural. A continuación, se explicará en forma breve la zonificación geotécnica de la ciudad de México propuesta por el reglamento de construcción del D. F.

Zona I, de Lomas

Incluye las faldas de la Sierra de Guadalupe, la Sierra de las Cruces y se adicionaron las partes altas de los cerros del Peñón de los Baños, Peñón del Marqués y Cerro de la Estrella. Esta zona formada primordialmente por suelos areno - limosos compactos, con alta capacidad de carga y baja deformabilidad, se incluye los derrames de basalto del pedregal.

Zona II, de Transición

En esta zona es donde ocurren los cambios más notables en la estratigrafía, se encuentran superficialmente depósitos de arcilla o limo orgánico de la formación Becerra, cubriendo estratos de arcilla muy compresible intercalados con lentes de arena, las cuales se encuentran sobre puentes mantos de arena y grava.

Zona III, de Lago

Los depósitos de la planicie de la zona lacustre del valle de México son los que comúnmente se conocen como de la zona de lago. Esta zona se caracteriza por tener grandes espesores de arcilla blanda de alta compresibilidad, subyacente a una costra superficial de espesor variable en cada sitio, dependiendo de la localización e historia de esfuerzos. Por ello, la zona de lago se ha dividido en tres sub-zonas atendiendo a la importancia de dos factores: a) El espesor y propiedades de la costra superficial y b) la consolidación inducida en cada sitio.

Como el proyecto en estudio se encuentra en la zona de lago IIIId, le corresponde un coeficiente sísmico de 0.3 de acuerdo con la zonificación geotécnica de la cuenca del Vale de México.

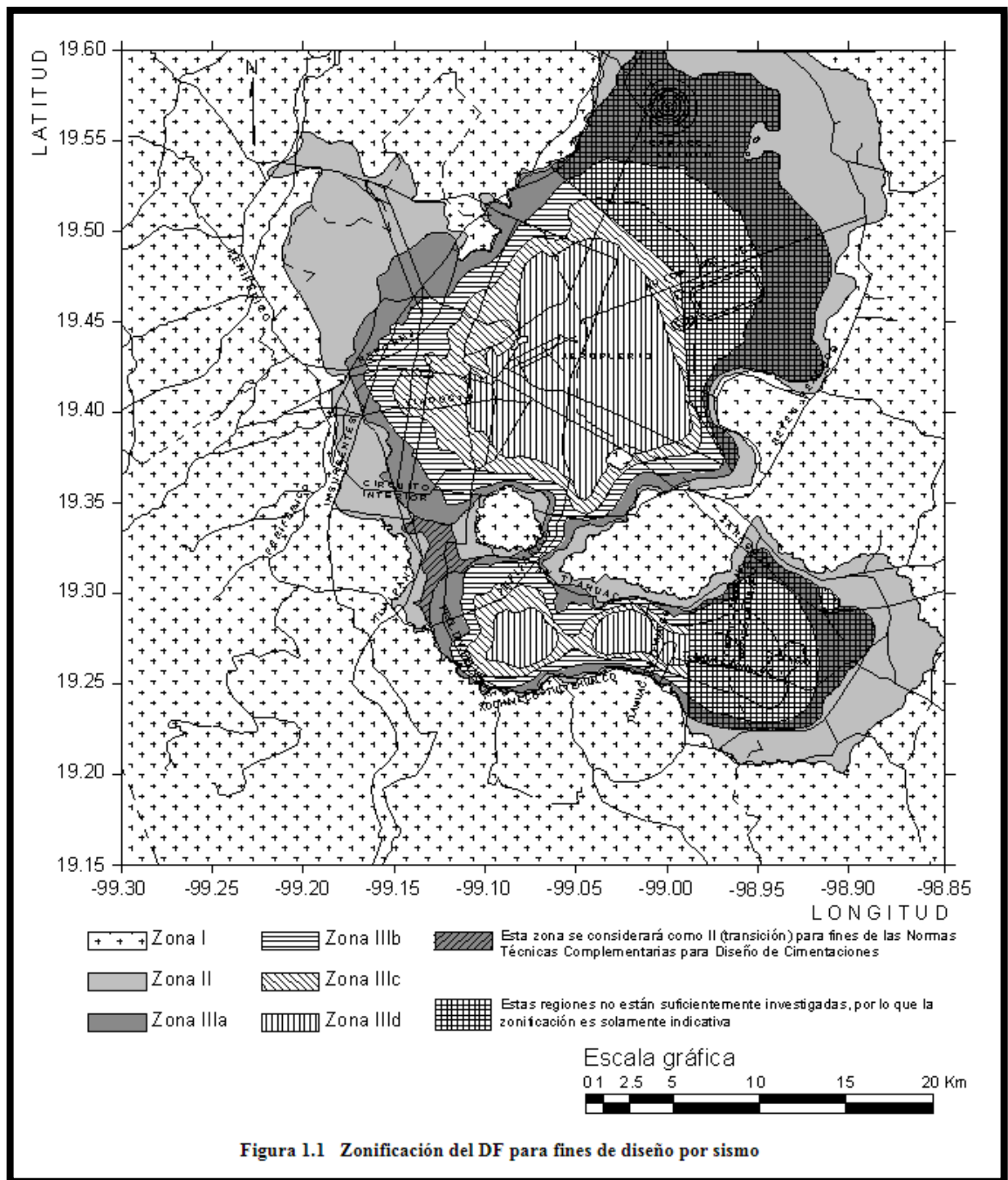


Figura 1.1 Zonificación del DF para fines de diseño por sismo

EXPLORACIÓN

Pozo a cielo abierto

Se llevó a cabo un pozo a cielo abierto que consiste en una excavación con dimensiones tales que permitan las operaciones de labrado y extracción de la muestra por parte de un técnico, sin dañar la estructura del material. La excavación se lleva hasta la profundidad necesaria, y una vez alcanzada dicha profundidad, se obtiene una muestra cúbica inalterada la cual es protegida y transportada al laboratorio, para su análisis.

Sondeo de penetración estándar (SPT)

La penetración estándar consiste en el hincado de la herramienta de muestreo denominada penetrómetro estándar cuya longitud total es de 60 cm, dicho muestreador está formado por 2 medias cañas, un cabezal y una zapata de ataque. El penetrómetro se hinca en el suelo mediante golpes con un martinete de aproximadamente 63.5 kg de peso, dejándolo caer desde una altura aproximada de 76 cm, llevando un conteo del número de golpes necesarios para hincar cada una de las cuatro partes de 15 cm que cubren la longitud total del muestreador. Del muestreo con penetrómetro estándar, se obtienen muestra alteradas, de las cuales se obtienen en laboratorio las propiedades índices del material.

Sondeo Mixto (SM)

Este tipo de sondeo consiste en alternar los procedimientos de penetración estándar y muestreo con tubo Shelby, con el objetivo de obtener muestras inalteradas las cuales se ensayan en laboratorio para obtener sus propiedades. En caso de encontrarse con formaciones rocosas, se alternarán o sustituirán los procedimientos anteriores, con el muestreo de núcleos de roca, el cual se realiza con una herramienta denominada barril muestreador, que consiste en 2 tubos concéntricos (uno estático y otro con rotación), que permiten el muestreo de la roca.

ESTUDIOS DE LABORATORIO

En el laboratorio se determinaron los siguientes parámetros.

Clasificación visual y al tacto: Se busca determinar las características físicas del suelo, como son: color, textura, olor, tenacidad y resistencia en estado seco, para obtener la clasificación preliminar del material.

Contenido de Humedad: se determina el contenido de humedad natural del suelo, sacando el material a temperatura constante.

Granulometría y porcentaje de finos: se determina el porcentaje de finos, arena y grava, así como su distribución por tamaños

Densidad de sólidos: se determina la densidad de las partículas sólidas del suelo, con ayuda de matraces calibrados y dispositivos de succión de aire.

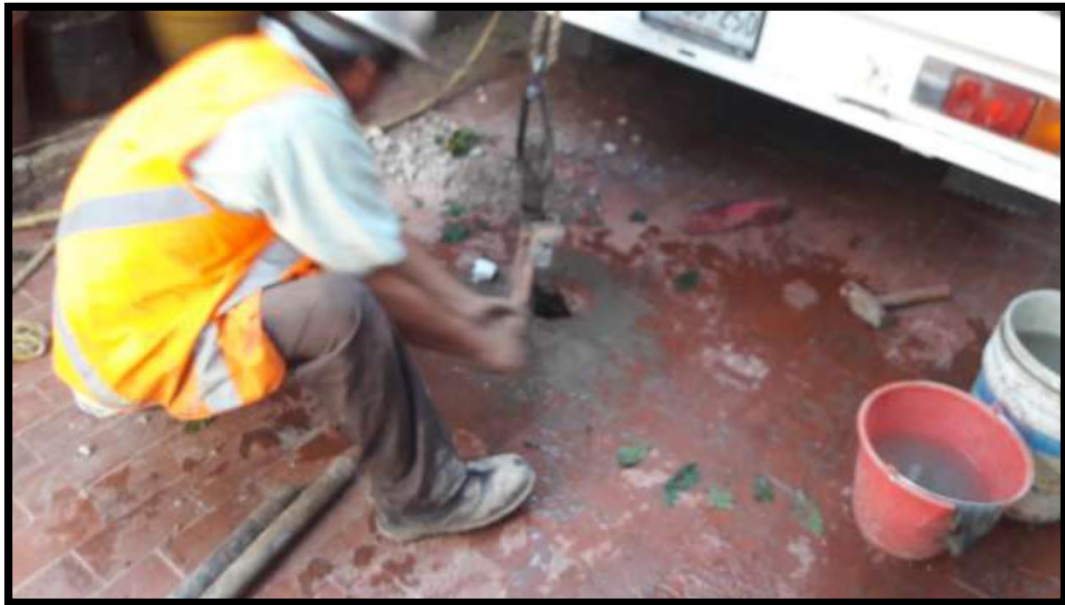
Peso específico: se determina por medio de la inmersión de una muestra de suelo, en parafina, y posteriormente en agua, utilizando el principio de Arquímedes.

Límite líquido y Límite plástico: se determinan las características de plasticidad de la fracción fina del suelo, para lo cual se hace pasar por el material por la malla No 40

Compresión simple: se determina la resistencia al esfuerzo cortante de una probeta cilíndrica de suelo, por medio de una prensa, la cual aplica esfuerzos en una dirección

Compresión triaxial no Drenada no Consolidada: se determina la resistencia al esfuerzo cortante de 3 probetas cilíndricas de suelo, así como sus propiedades elásticas, por medio de una prensa y cámara triaxial, con lo cual pueden ejercerse esfuerzos en todas las direcciones de la probeta.

Consolidación unidimensional: se determinan los parámetros de deformación del suelo, por medio de consolidómetros, aplicando incrementos de carga al suelo cada 24 horas.



Sondeo de penetración estándar



Recuperación de muestras

ESTRATIGRAFÍA

De acuerdo con las observaciones realizadas durante la exploración, así como los resultados de laboratorio, se realizó la interpretación estratigráfica de los depósitos de suelo detectados, la cual se resumen a continuación.

Profundidad en metros	Estrato
0 – 0.6	Losa de concreto y loseta, seguida de un estrato compuesto de material de relleno y pedacería de tabique, con material de Arcilla y arena fina, contenido natural de agua W% que va desde el 31.02% hasta el 68.44%, límite líquido de 72.2%, límite plástico de 30.14%
0.6 – 1.85	Se encuentra un estado conformado de arcilla con arena fina, contenido natural de agua de $w = 60.52\%$
1.8 – 3	Se localiza un estrato de limo arcilloso con arena, con un peso volumétrico de 1.23 ton/m ³ , contenido de agua de $w = 63.37\%$ a 90.17%, densidad de sólidos SS = 2.56, límite líquido de 84%, límite plástico LP de 44.43%
3 – 6	Se localiza un estrato formado de arcilla fina poco limosa, con contenidos de agua que van desde los $w = 63.2\%$ a 170.08%, densidad de sólidos SS = 2.57, límite líquido de 95%, límite plástico de 54.07%.
6 – 15	Estrato conformado de arcilla y arena fina volcánica, con un peso volumétrico de

	1.14 ton/m ³ , contenido natural de agua de w = 207.46 a 437.76%, densidad de sólidos de SS = 2.54, límite líquido de LL = 295.9%, límite plástico = 53.08%, cohesión de 1.3 ton/m ² , ángulo de fricción interna de 9.09°
--	--

El nivel de aguas freáticas N. A. F. se localizó a -2.00 metros de la profundidad explorada.

A continuación, se presenta la estratigrafía obtenida del pozo a cielo abierto del área de la jardinera.

Profundidad (m)	Estrato
0.00 – 1.20	Material de relleno y tierra vegetal, (concreto con algunos fragmentos de tabique y arena).
1.20 – 1.50	Estrato compuesto de Limo cementado con una lente de arena fina y algunas oquedades de raíces café claro, con un contenido natural de agua w = 57.7%, un porcentaje de finos de 92.71%, densidad de sólidos de SS = 2.58% y un ángulo de fricción interna de 35.70°, peso volumétrico = 1.52 ton/m ³

El nivel de aguas freáticas N. A. F. no fue encontrado a la profundidad explorada.

ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Tomando en cuenta las características físicas y propiedades mecánicas de los depósitos encontrados, así como las características estructurales del proyecto, se revisará la cimentación existente de la estructura.

Se conoce que, como alternativa de cimentación existente, es por medio de una retícula de zapatas corridas de mampostería en ambos sentidos, desplantadas a una profundidad mínima de -0.60 metros.

La capacidad del suelo dio como resultado 5.64 toneladas por metro cuadrado y la estructura tiene un peso de 5.04 toneladas por metro cuadrado por lo que la estructura se encuentra en el límite de la capacidad de carga del suelo.

Así es que, al estar el límite de descarga se plantean las siguientes recomendaciones y trabajos a efectuar.

1.- La cimentación deberá ser rígida, con base en esto se deberá revisar la cimentación existente, para verificar que no falte ningún elemento de apoyo, tanto en el sentido corto como en el sentido largo de la construcción, para esto se recomienda realizar calas en toda la construcción, dando por concluida la parte de la revisión. Esta solución se llevará a cabo únicamente si lo único que se pretende es darle un mayor soporte a la estructura existente no si lo que se pretende, a consideración de la propietaria del inmueble, es aumentar el nivel extra.

2.- En caso de que la decisión sea ampliar la vivienda un nivel completo se recomienda lo siguiente:

Una retícula de zapatas aisladas de concreto reforzado, rigidizadas con traveses de liga en ambos sentidos desplantadas a una profundidad mínima de 0.60 metros, apoyadas en una capa de concreto pobre de 10 cm

Tipo de Cimentación	Profundidad de desplante (m)	B (m)	Capacidad de carga admisible estática (t/m ²)	Capacidad de carga admisible dinámica (t/m ²)
Zapatas corridas de mampostería	0.60	0.60	5.64	7.33
	0.70	0.70	5.80	7.54
	0.80	0.80	5.95	7.73
	0.90	0.90	6.10	7.93
	1.00	1.00	6.26	8.13

Obra: Ampliación y remodelación casa de 3 niveles (modulo 1 y 2)										Fecha: Enero 2017		Cimentación Propuesta: ZAPATAS CORRIDAS (Existentes).		
Localización: Privada Rio Churubusco No. 33, Colonia Agrícola Pantitlan Deleg Itzcalco CDMX										Factores de resistencia del suelo.		Factores de resistencia del suelo.		
Tipo de Cimentación	Estrato de la cimentación	Base de la Cimentación B m	Longitud de la Cimentación L m	Profundidad de desplante Df m ²	Sobrecarga del suelo Pf ton/m ²	Parámetros de resistencia del suelo de apoyo			Función de c. s. y T			Factor de Reducción Fr adim	Capacidad de carga admisible Qadim ton/m ²	
						c ton/m ³	φ (°)	γ ton/m ³	Nc adim	Nq adim	Nf adim			
Zapatas	II	0,60	8,70	0,60	0,71	2,10	3,76	1,19	6,51	1,41	0,31	0,35	5,64	
Corridas	II	0,64	8,74	0,64	0,71	2,10	3,76	1,19	6,52	1,41	0,31	0,35	5,65	
Zapatas	II	0,68	8,88	0,68	0,71	2,10	3,76	1,19	6,52	1,41	0,31	0,35	5,65	
Corridas	II	0,70	8,70	0,70	0,83	2,10	3,76	1,19	6,53	1,41	0,31	0,35	5,80	
Corridas	II	0,74	8,74	0,74	0,83	2,10	3,76	1,19	6,53	1,41	0,31	0,35	5,80	
Corridas	II	0,76	8,76	0,76	0,83	2,10	3,76	1,19	6,54	1,41	0,31	0,35	5,81	
Corridas	II	0,78	8,88	0,78	0,83	2,10	3,76	1,19	6,54	1,41	0,31	0,35	5,81	
Zapatas	II	0,80	8,70	0,80	0,95	2,10	3,76	1,19	6,54	1,41	0,31	0,35	5,95	
Corridas	II	0,84	8,74	0,84	0,95	2,10	3,76	1,19	6,55	1,41	0,30	0,35	5,96	
Corridas	II	0,86	8,76	0,86	0,95	2,10	3,76	1,19	6,55	1,41	0,30	0,35	5,96	
Corridas	II	0,88	8,88	0,88	0,95	2,10	3,76	1,19	6,55	1,41	0,30	0,35	5,96	
Zapatas	II	0,90	8,70	0,90	1,07	2,10	3,76	1,19	6,56	1,41	0,30	0,35	6,10	
Corridas	II	0,92	8,72	0,92	1,07	2,10	3,76	1,19	6,56	1,41	0,30	0,35	6,11	
Corridas	II	0,94	8,74	0,94	1,07	2,10	3,76	1,19	6,56	1,41	0,30	0,35	6,11	
Corridas	II	0,96	8,76	0,96	1,07	2,10	3,76	1,19	6,57	1,41	0,30	0,35	6,11	
Corridas	II	0,98	8,88	0,98	1,07	2,10	3,76	1,19	6,57	1,41	0,30	0,35	6,11	
Zapatas	II	1,00	8,70	1,00	1,19	2,10	3,76	1,19	6,57	1,41	0,30	0,35	6,26	
Corridas	II	1,02	8,72	1,02	1,19	2,10	3,76	1,19	6,58	1,41	0,30	0,35	6,26	
Corridas	II	1,04	8,74	1,04	1,19	2,10	3,76	1,19	6,58	1,41	0,30	0,35	6,26	
Corridas	II	1,06	8,76	1,06	1,19	2,10	3,76	1,19	6,58	1,41	0,30	0,35	6,27	
Corridas	II	1,10	8,88	1,10	1,19	2,10	3,76	1,19	6,58	1,41	0,30	0,35	6,27	

M-9 TRIAXIAL SM-2 prof 4-6 m
M-9 TRIAXIAL SM-2 prof 4-6 m
M-9 TRIAXIAL SM-2 prof 4-6 m

OBRA: Ampliación y remodelación casa de 3 niveles (modulo 1 y 2)		FECHA: ENERO 2017		CIMENTACION DE PROYECTO (ZAPATAS AISLADAS) EN CASO DE AMPLIAR												
LOCALIZACION: Privada Rio Churubusco No. 33, Colonia Agrícola Pantitlan Deleg Iztacalco CDMX																
TIPO DE CIMENTACION	ESTRATO DE APOYO DE LA ZAPATA	BASE DE LA ZAPATA [m]	LONGITUD DE LA ZAPATA [m]	COTA DE DESPLANTE Z [m]	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Df [m]	SOBRECARGA DEL SUELO Pv [ton/m2]	PARAMETROS DE RESISTENCIA DE APOYO				PARAMETROS DE RESISTENCIA QUE SON FUNCION DEL ANGULO DE FRICCION INTERNA				FACTOR DE REDUCCION Fr	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE Qadm [ton/m2]
							c [ton/m2]	φ [°]	γ [ton/m3]	Nc	Nq	Nγ	Nc	Nq		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.60	0.60	-0.60	0.60	0.71	2.10	3.76	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.53		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.62	0.62	-0.62	0.62	0.74	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.56		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.64	0.64	-0.64	0.64	0.76	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.59		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.66	0.66	-0.66	0.66	0.79	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.62		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.68	0.68	-0.68	0.68	0.81	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.64		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.70	0.70	-0.70	0.70	0.83	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.67		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.72	0.72	-0.72	0.72	0.86	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.70		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.74	0.74	-0.74	0.74	0.88	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.73		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.76	0.76	-0.76	0.76	0.90	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.76		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.78	0.78	-0.78	0.78	0.93	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.79		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.80	0.80	-0.80	0.80	0.95	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.82		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.82	0.82	-0.82	0.82	0.98	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.84		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.84	0.84	-0.84	0.84	1.00	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.87		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.86	0.86	-0.86	0.86	1.02	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.90		
ZAPATAS AISLADAS	I	0.88	0.88	-0.88	0.88	1.05	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	6.93		
ZAPATAS AISLADAS	I	1.00	1.00	-1.00	1.00	1.19	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	7.10		
ZAPATAS AISLADAS	I	1.02	1.02	-1.02	1.02	1.21	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	7.13		
ZAPATAS AISLADAS	I	1.04	1.04	-1.04	1.04	1.24	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	7.16		
ZAPATAS AISLADAS	I	1.06	1.06	-1.06	1.06	1.26	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	7.19		
ZAPATAS AISLADAS	I	1.08	1.08	-1.08	1.08	1.29	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	7.22		
ZAPATAS AISLADAS	I	1.20	1.20	-1.20	1.20	1.43	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	7.39		
ZAPATAS AISLADAS	I	1.22	1.22	-1.22	1.22	1.45	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	7.42		
ZAPATAS AISLADAS	I	1.24	1.24	-1.24	1.24	1.48	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	7.45		
ZAPATAS AISLADAS	I	1.26	1.26	-1.26	1.26	1.50	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	7.48		
ZAPATAS AISLADAS	I	1.28	1.28	-1.28	1.28	1.52	2.10	4	1.19	7.71	1.49	0.20	0.35	7.51		

M-9 TRIAXIAL SM-2 prof 4-6 m
M-9 TRIAXIAL SM-2 prof 4-6 m
M-9 TRIAXIAL SM-2 prof 4-6 m

La capacidad de carga del suelo a la profundidad que está desplanta la cimentación es de 5.64 ton/m² en condiciones estáticas por lo que si se quiere ampliar la casa a 4 niveles entonces se deberá desplantar la “nueva cimentación” a una mayor profundidad para que la capacidad de carga del suelo sea mucho mayor. En principio esta fue la solución planteada, sin embargo, por cuestiones de seguridad estructural se ha decidido NO tocar el suelo que se encuentra debajo de la cimentación existente NI alterar la cimentación de piedra, pues esto podría perjudicar tanto a la cimentación como a la estructura.

Tipo de Cimentación	Profundidad de desplante (m)	B (m)	L (m)	Capacidad de carga admisible estática (t/m ²)	Capacidad de carga admisible dinámica (t/m ²)
Zapatas aisladas de concreto	0.60	0.60	0.60	6.53	8.48
	0.70	0.70	0.70	6.67	8.67
	0.80	0.80	0.80	6.82	8.86
	1.00	1.00	1.00	7.10	9.23
	1.20	1.20	1.20	7.39	9.6

Para aumentar la capacidad de carga sin tener que desplantar la cimentación a mayor profundidad, se debe aumentar el área de contacto del cimientto

7.39 ton/m² es la capacidad de carga del suelo si se desplanta la cimentación a una profundidad de -1.20 metros. Lo que se debe hacer es obtener esa misma capacidad de carga, pero a 0.6 m. y aumentando la sección de la zapata en este caso por cuestiones prácticas, se construirá un dado.

Las zapatas deberán estar apoyadas en capa de concreto pobre de 10 cm. en lugar de usar tepetate, la razón de esto es porque dar la compactación adecuada de los firmes de tepetate no siempre es tan sencillo.

Análisis de asentamientos

El análisis de asentamientos se realizó tomando en cuenta los asentamientos inmediatos, tomando una carga de trabajo igual a la capacidad de carga de la cimentación propuesta.

Asentamientos inmediatos: Estos asentamientos son aquellos que se presentan de forma inmediata a la aplicación de la carga producto de la construcción de la estructura y se calcularon para todos los medios que presentan una respuesta esfuerzo - deformación del tipo rígida. Lo anterior de acuerdo con la teoría de la elasticidad y a las ecuaciones constitutivas desarrolladas por Steinbrenner, las cuales se presentan a continuación

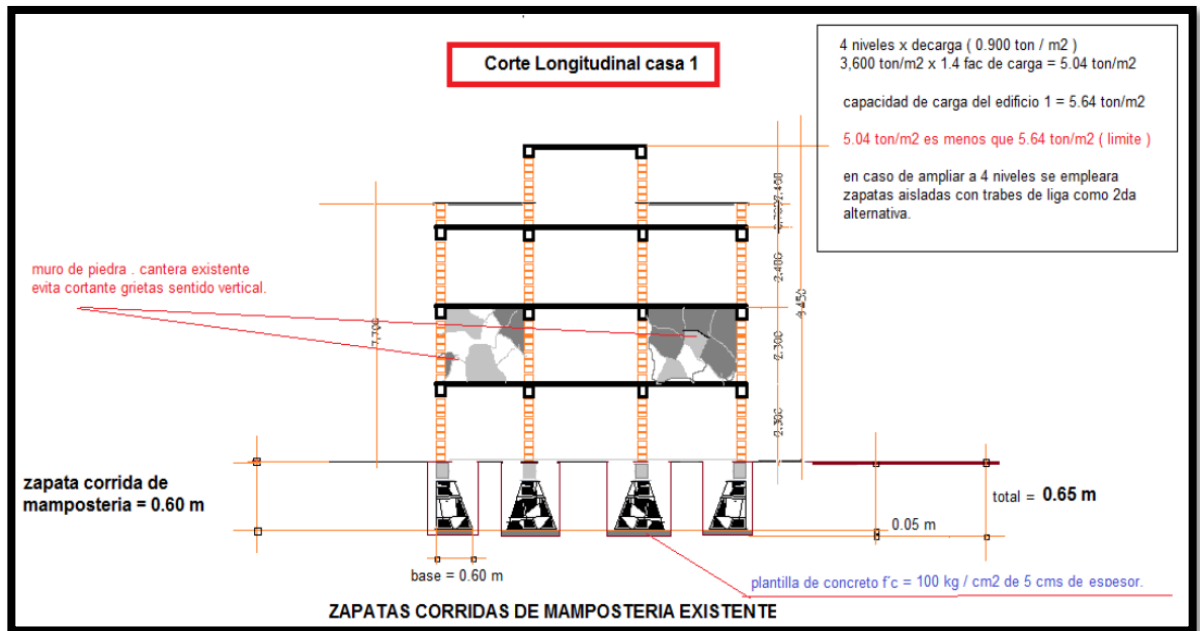
$$S_e = \frac{q * B}{2 * E} (1 - \mu^2) \left[I_3 - \left(\frac{1 - 2\mu}{1 - \mu} \right) * I_4 \right]$$

Con base en la fórmula anterior se obtuvo el asentamiento inmediato esperado que se muestra en la siguiente tabla

Tipo de Cimentación	Profundidad de desplante	B (m)	Asentamiento al centro (cm)
Zapatas corridas	0.60	0.60	1.98
Zapatas aisladas	1.20	1.20	2.30

Los asentamientos calculados, son menores a los admisibles estipulados en las NTC para diseño y construcción de cimentaciones del RCDF.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO



Estas son las recomendaciones al proceso constructivo de la propuesta de cimentación planteada en este estudio, dichas recomendaciones deberán conciliarse con el proyecto estructural definitivo. La cimentación se construirá como se indica en el proyecto ejecutivo desarrollado por la empresa a cargo del proyecto y diseño estructural, la cual deberá seguir las recomendaciones adelante planteadas.

Las etapas del proceso constructivo son las siguientes:

1.- Trazo y excavación:

Se retirará por completo cualquier material que impida la correcta ejecución de los trabajos en la proyección del área de desplante de la cimentación, tales como: resto de estructuras antiguas, material vegetal, etc. El trazo de las cepas deberá seguir el proyecto ejecutivo definitivo, que para este efecto se deberá primero apuntalar todos los pisos de la casa con pies derechos puestos en una cuadrícula con una separación de 80 cm entre ellos para mantener en todo momento la nivelación de

la casa, posteriormente se debe retirar el piso que es de madera y la losa de cimentación para poder llegar a los cimientos de la casa.



Imagen únicamente de carácter ilustrativo

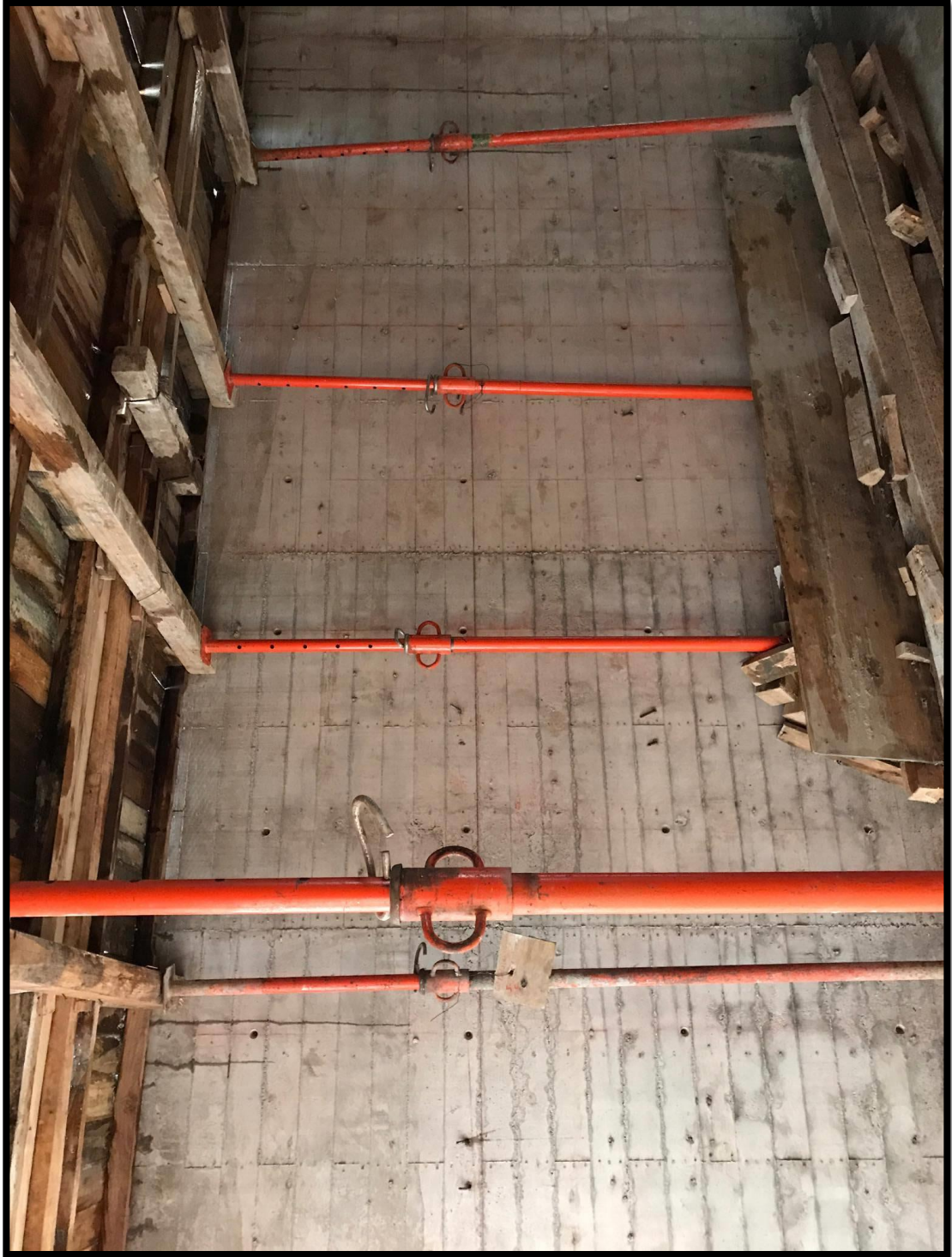


Imagen únicamente de carácter ilustrativo



Imagen únicamente de carácter ilustrativo



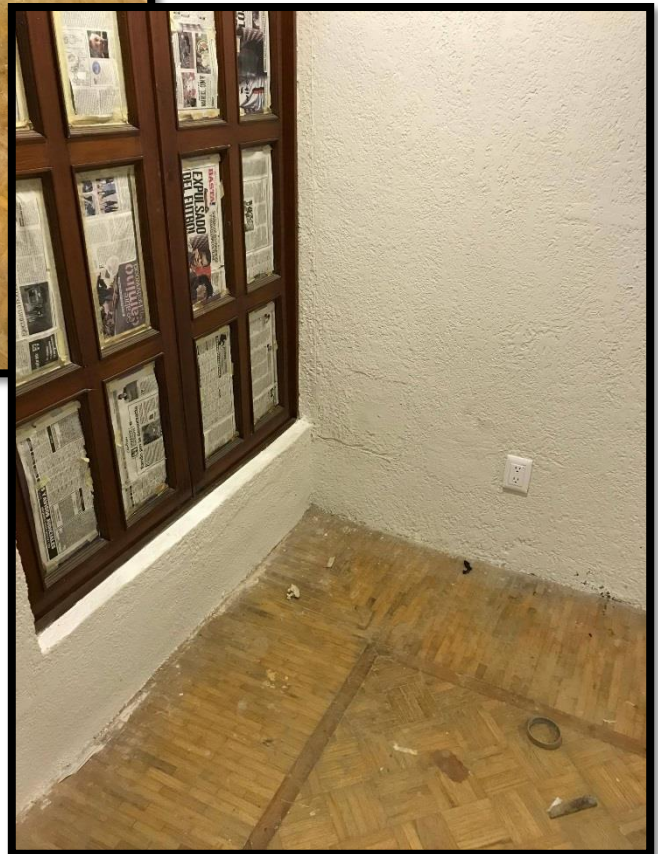
Imagen únicamente de carácter ilustrativo

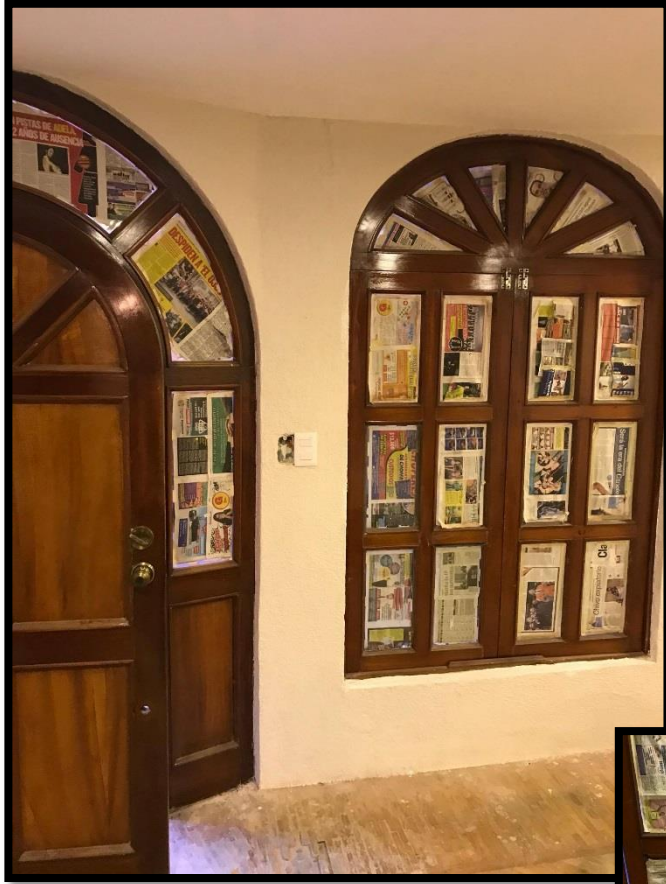


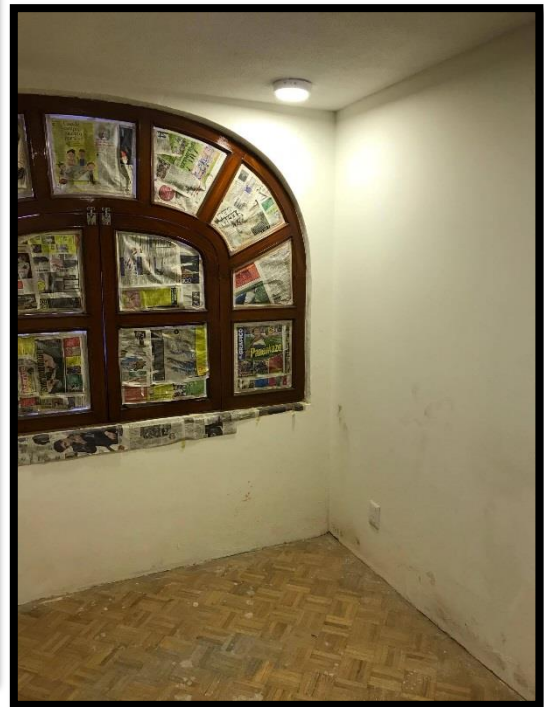
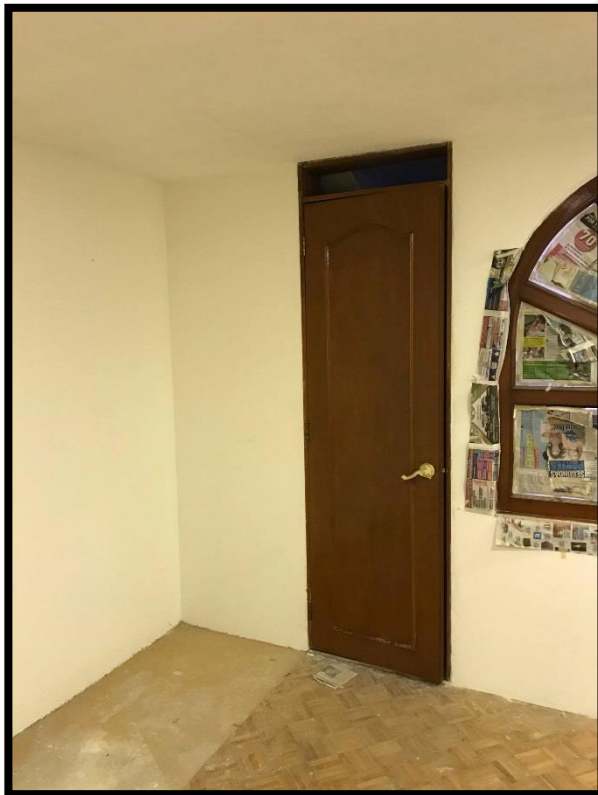
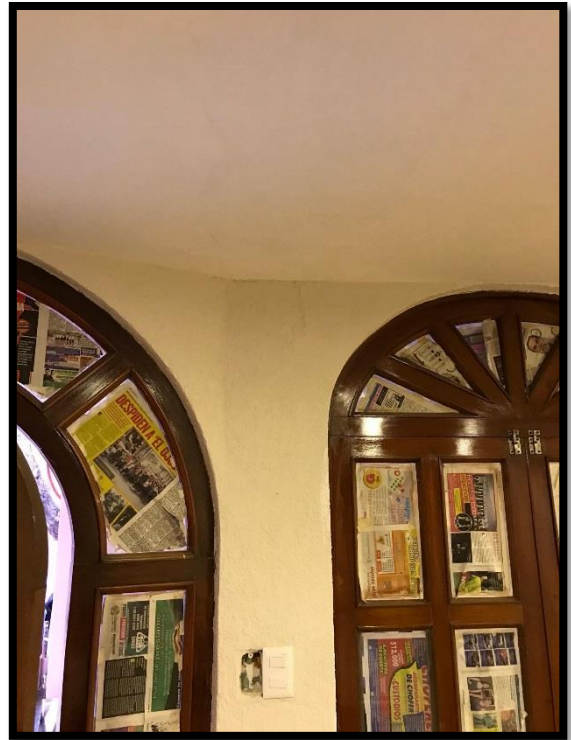
Imagen únicamente de carácter ilustrativo

REPORTE FOTOGRÁFICO DE LA CASA

Las fotografías mostradas son del interior de la casa y la puerta principal, en donde se puede ver cuáles son los puntos que se tendrán que excavar para descubrir el cimiento y poder efectuar la recimentación.

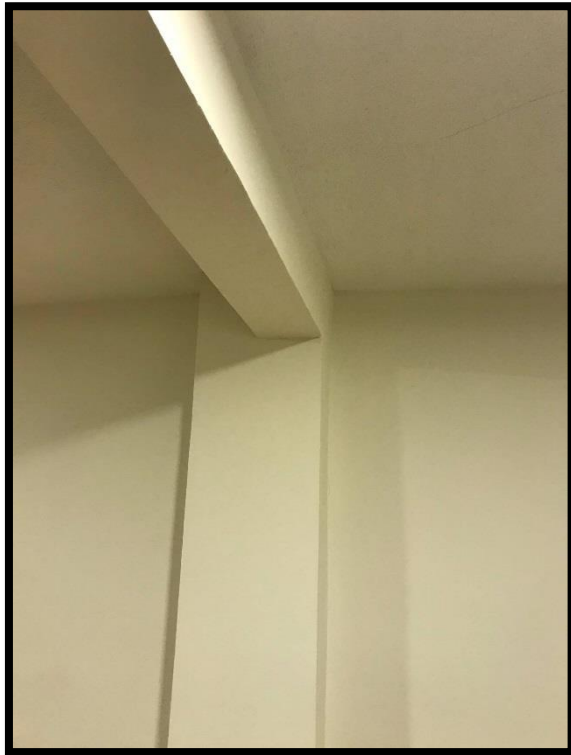
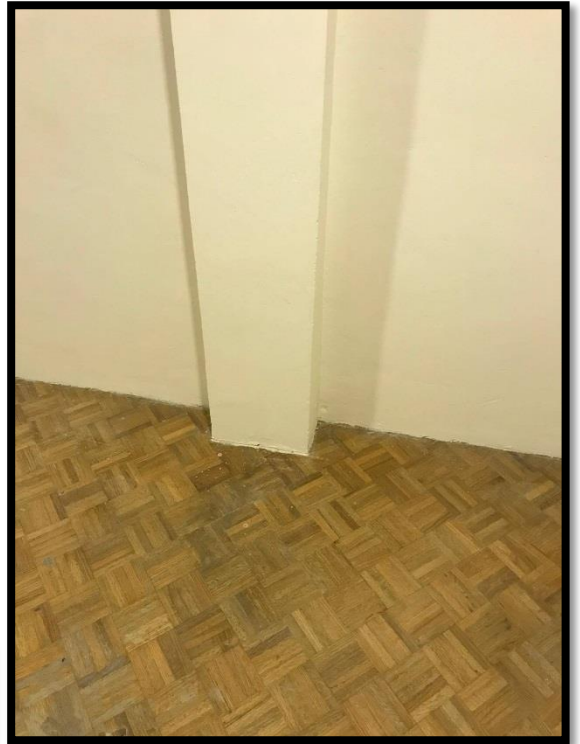


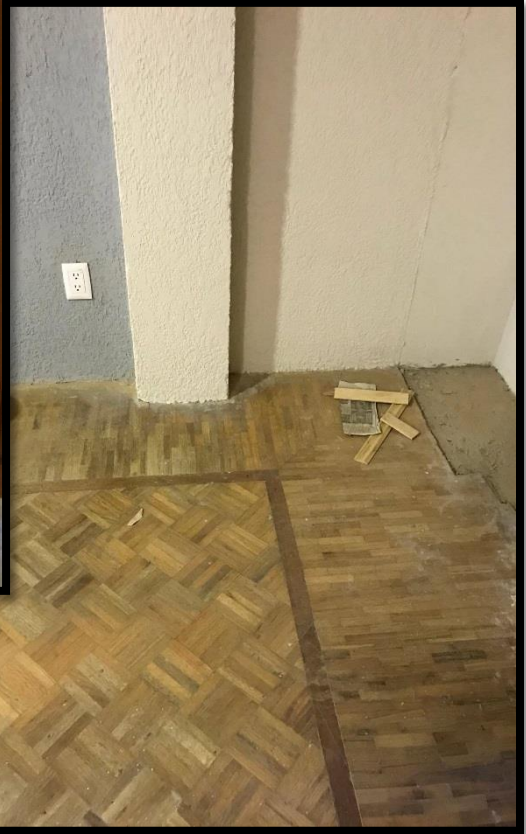
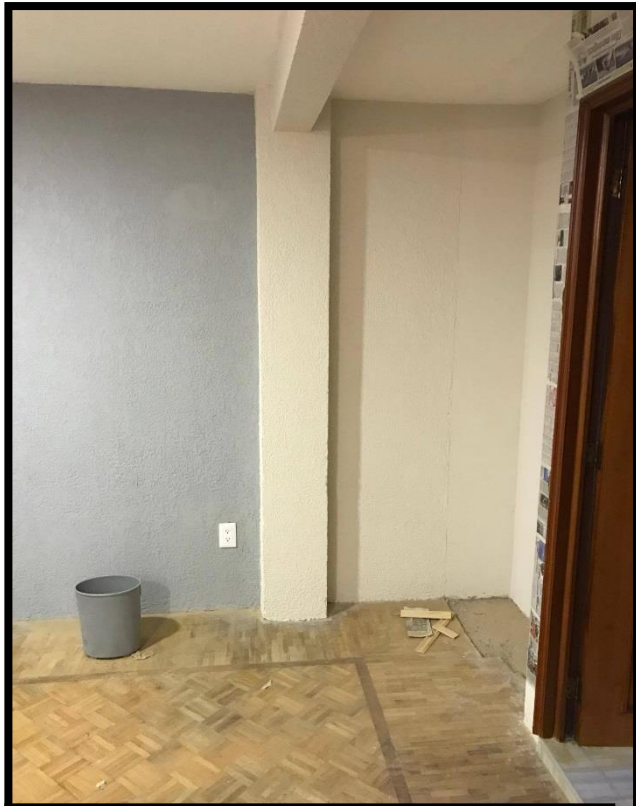




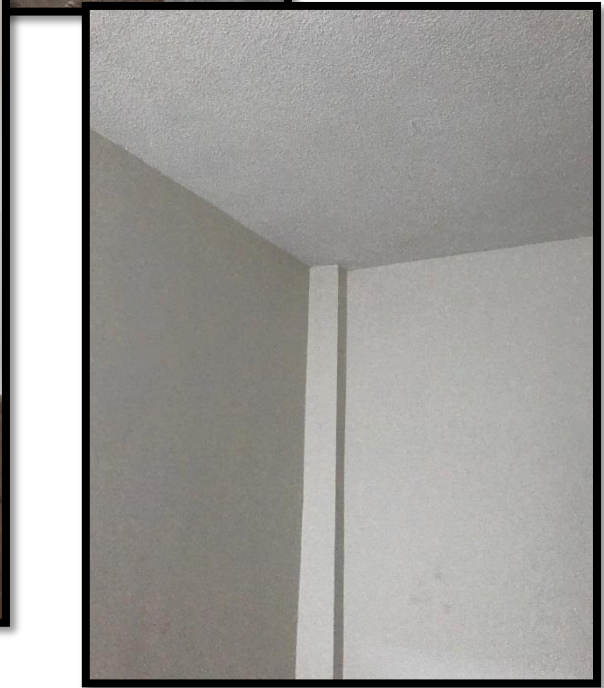
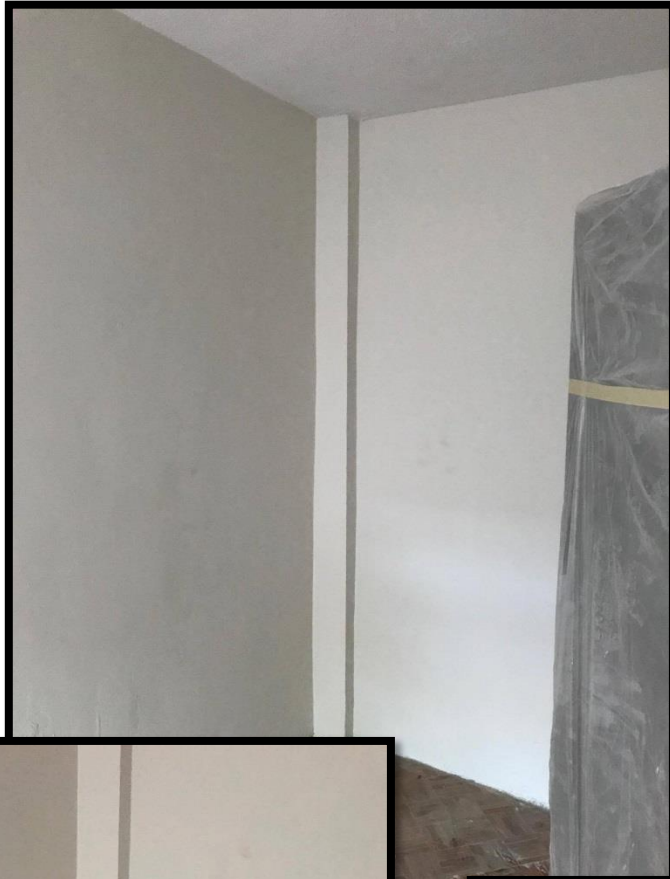
Las siguientes fotografías muestran el interior de la casa, la sala y comedor, donde se ven las columnas que bajan la carga y donde se deberá excavar para ampliar el cimiento y anclarlo a la dala existente.

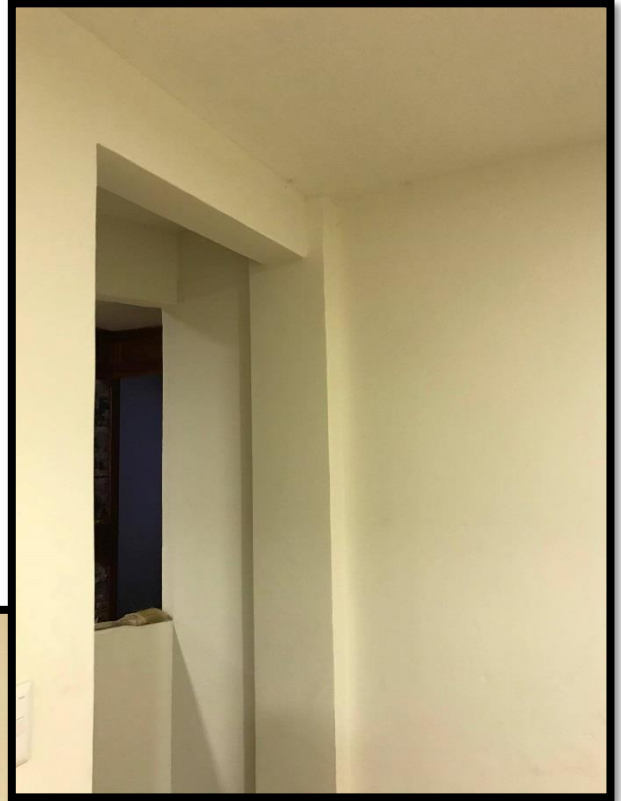




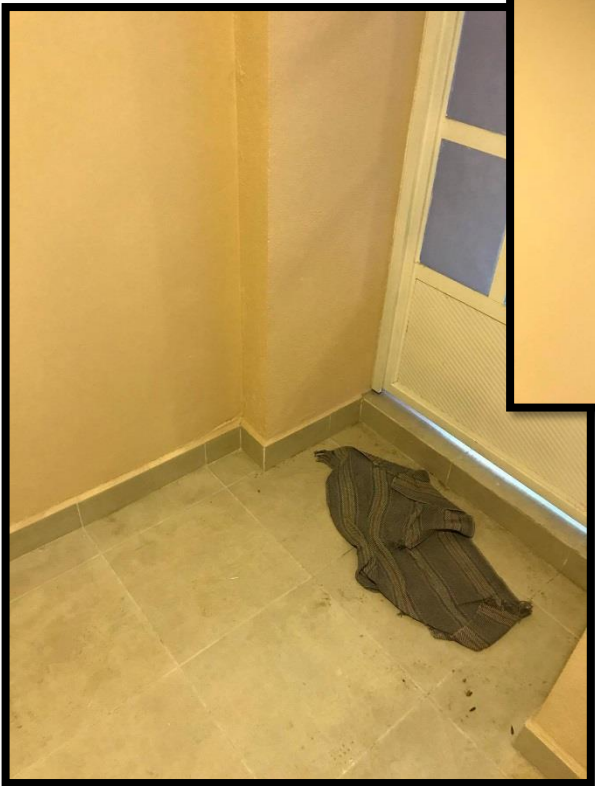
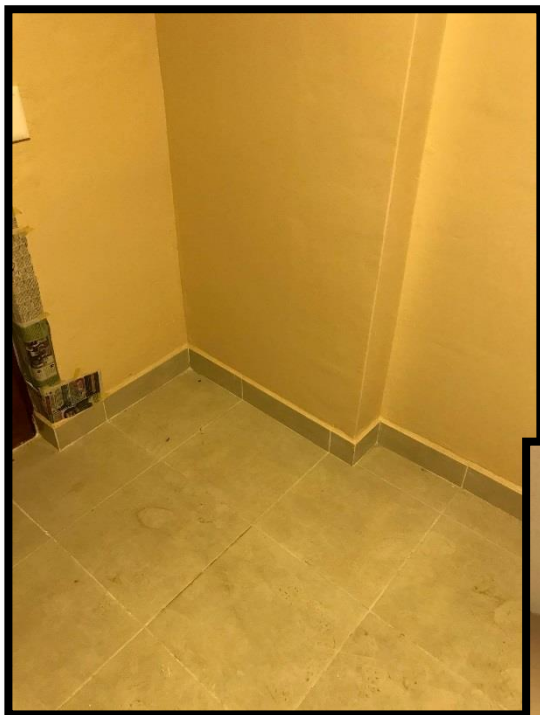




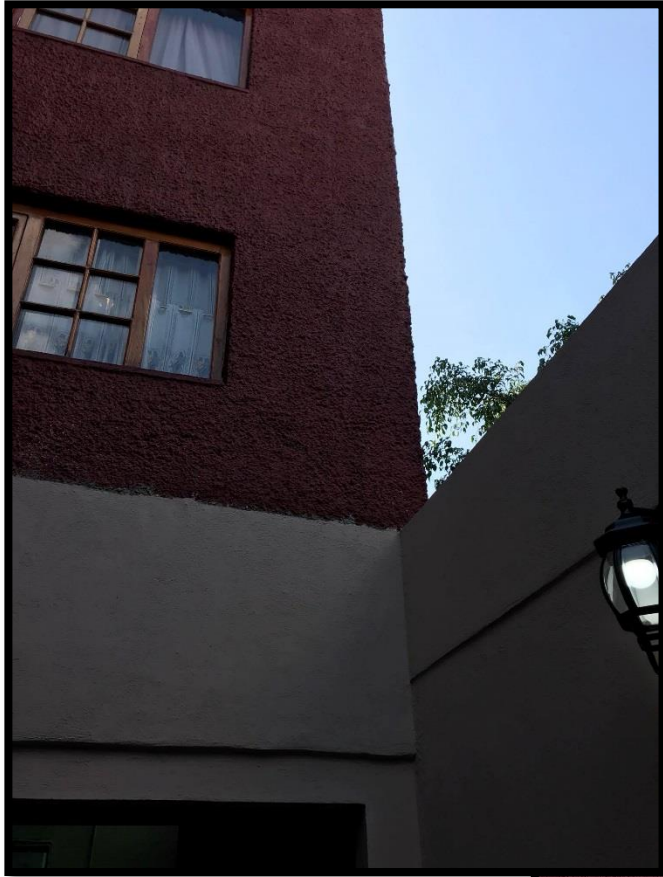




Las siguientes fotografías muestran el patio trasero donde se pueden ver más columnas que bajan la carga y los puntos donde se deberá excavar para colocar los dados de cimentación

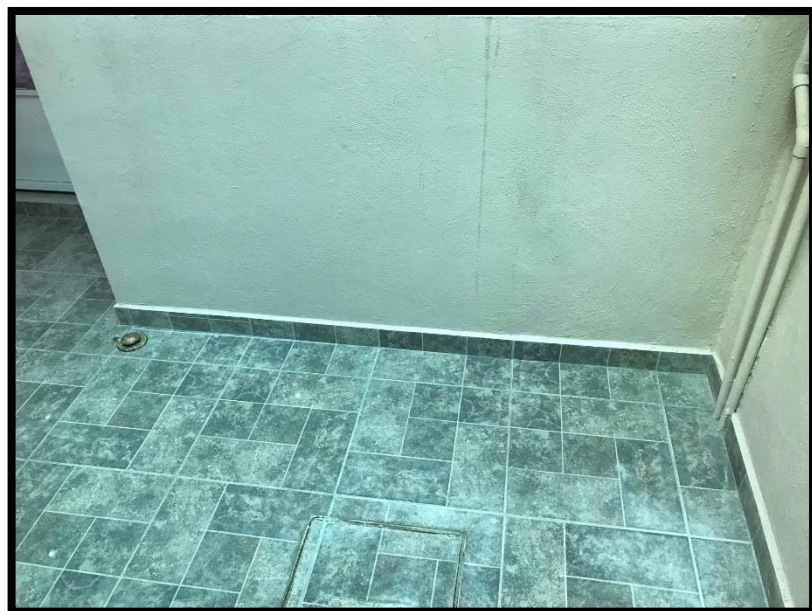
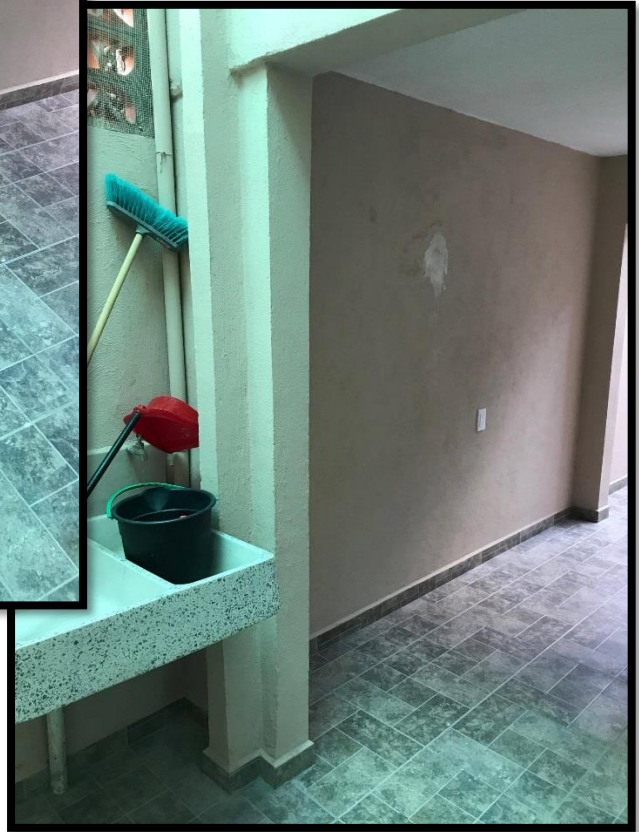
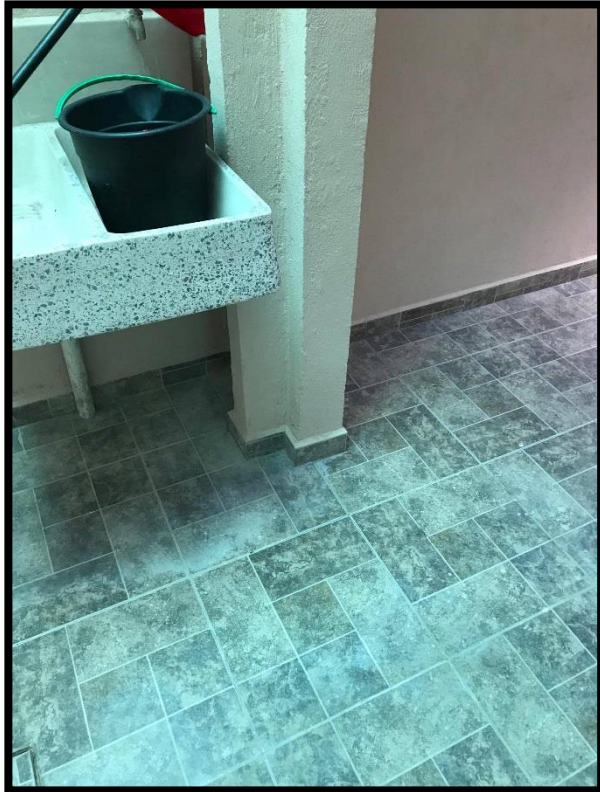




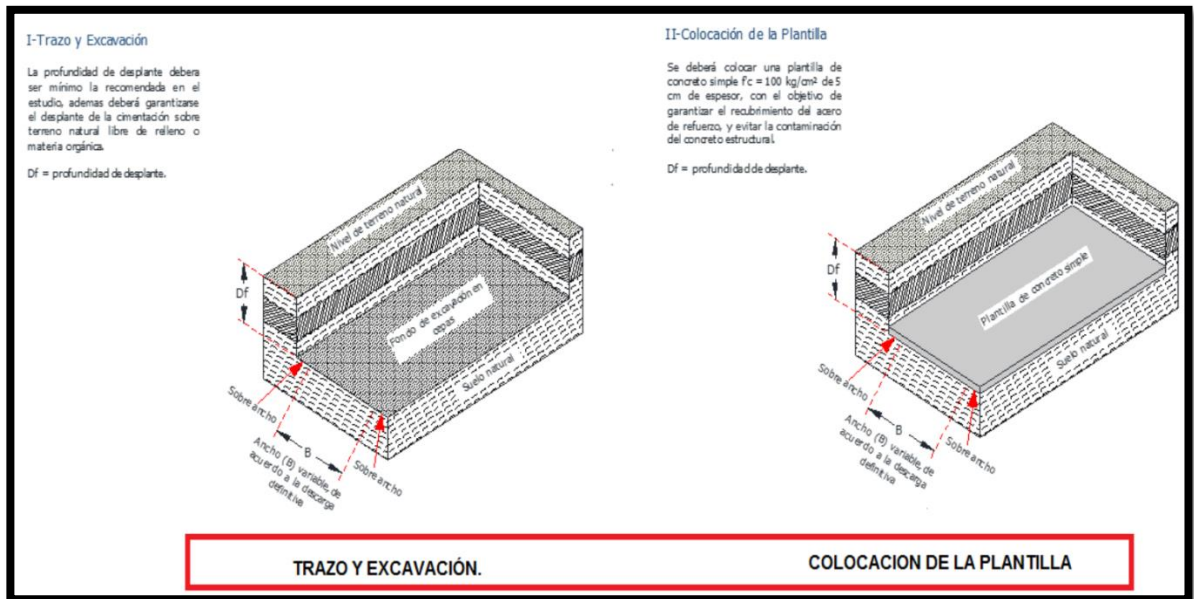




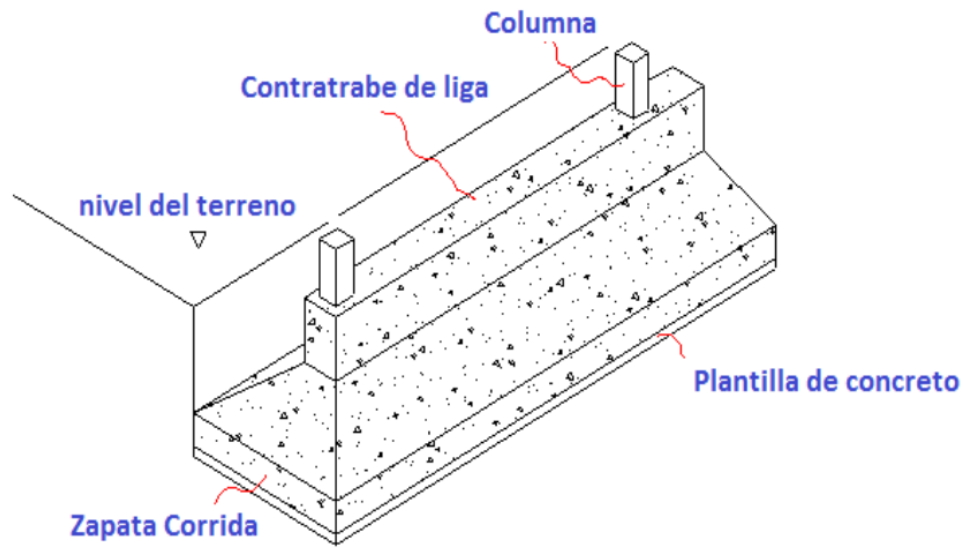




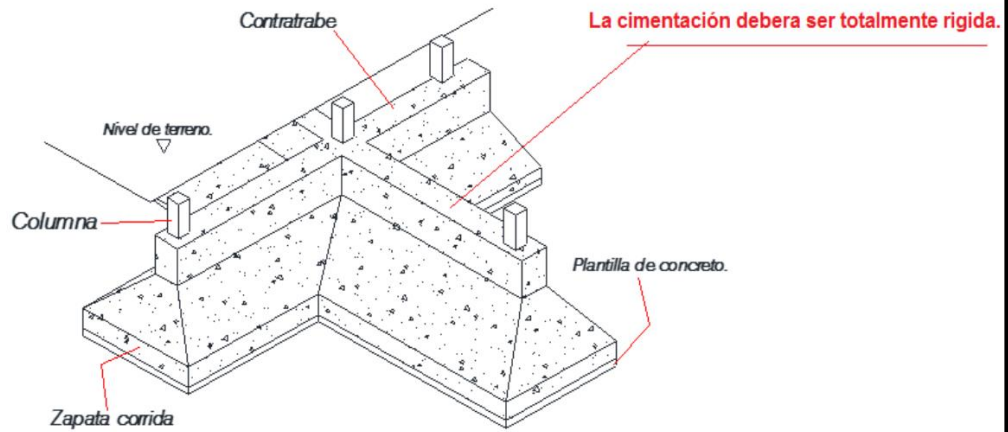




1.2.- Excavación parte 1: en caso de que faltase rigidez en zapata de mampostería en los 3 niveles existentes, la excavación será por medios manuales; las dimensiones de la sección en planta de la excavación quedarán definidas por el proyecto ejecutivo; la excavación se realizará hasta una profundidad no menor de 0.70 metros (0.60 m zapata corrida de mampostería y 0.10 m de mejoramiento, en caso de niveles de proyecto = 0.70 m). Y hasta garantizar el desplante en terreno natural. Esta solución queda descartada toda vez que la solución a ejecutar será la creación de zapatas ligadas para la construcción de un piso más. Sin embargo, se menciona esta solución para conocer de manera somera sus características.

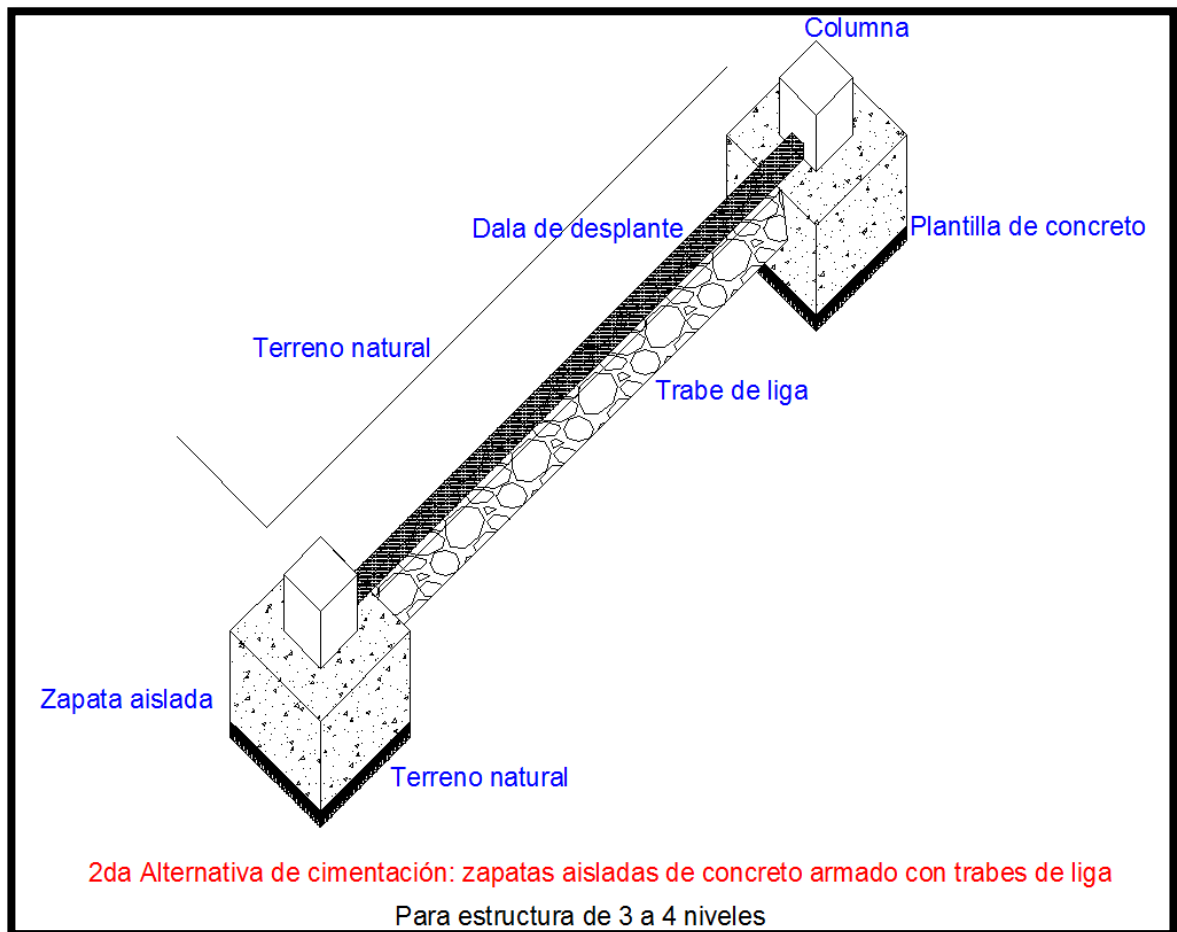


**ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN :
ZAPATAS CORRIDAS DE CONCRETO ARMADO
EN CASO QUE FALTASE ELEMENTO A RIGIDIZAR.**



**ZAPATAS CORRIDAS DE CONCRETO ARMADO
EN CASO QUE FALTASE ELEMENTO A RIGIDIZAR.**

1.2.1.- Excavación parte 2: para cuando se haga la ampliación a 4 niveles en zapatas ligadas la excavación podrá ser realizada por medios manuales o mecánicos; las dimensiones de la sección en planta de la excavación quedaran definidas por el proyecto ejecutivo; la excavación se realizará hasta una profundidad no menor de 0.7 metros (0.6 metros de zapata corrida, 0.10 m de plantilla) y hasta garantizar el desplante en terreno natural.

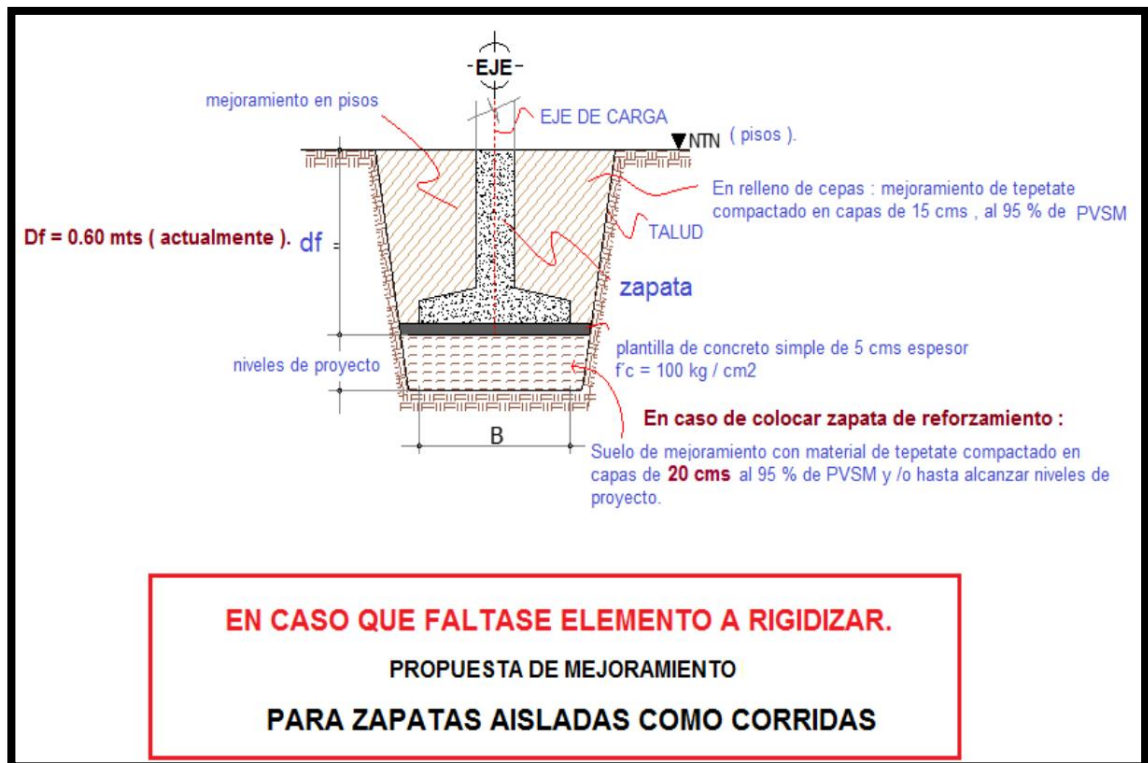


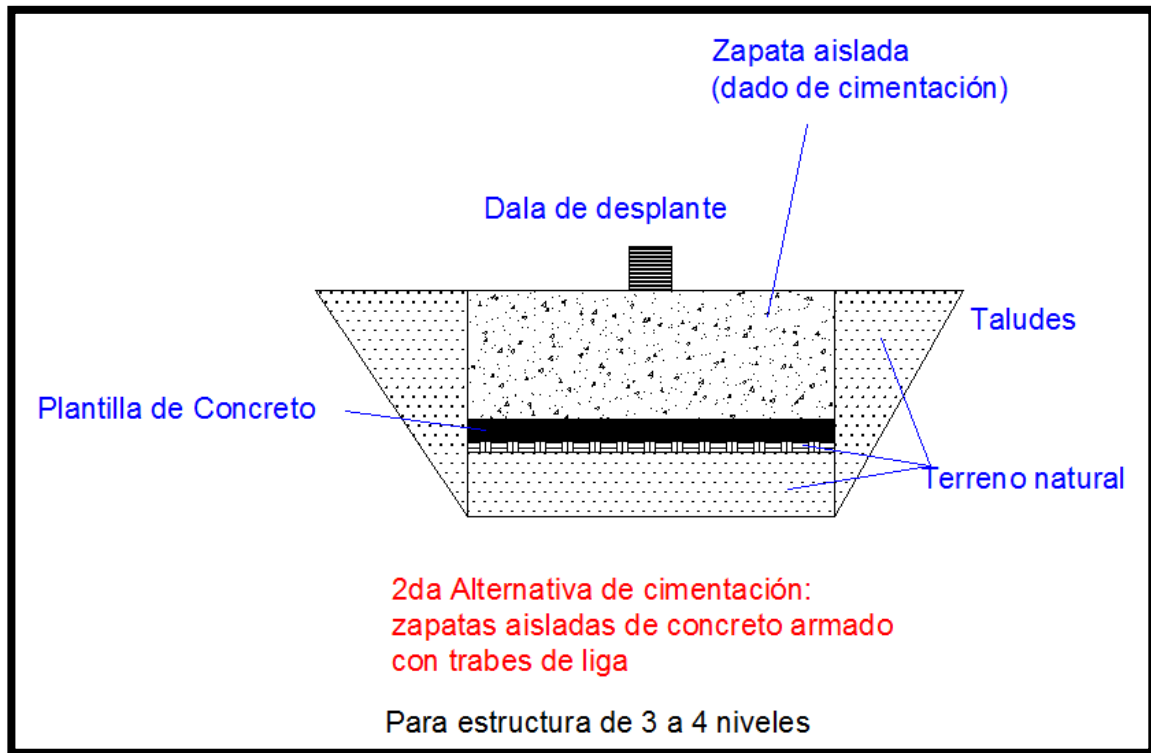
La excavación podrá ser realizada en una sola etapa de trabajo y las paredes de sus cortes podrán ser solucionadas con taludes verticales, los cortes deberán mantenerse abiertos el menor tiempo posible, por lo cual se deberá construir de inmediato la cimentación. Es factible utilizar el terreno compactado como cimbra

para el dado que se va a armar, sin embargo, no habrá problema por usar cimbra de madera para dar el confinamiento al dado.

2.- Colocación de la plantilla:

Antes de la construcción de las cimentaciones, se recomienda la colocación de una plantilla de concreto simple de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de 10 cm de espesor, esto con el fin de evitar la contaminación del concreto de la cimentación con el suelo natural y para garantizar que el acero de refuerzo no esté en contacto con el terreno, garantizando así su recubrimiento.



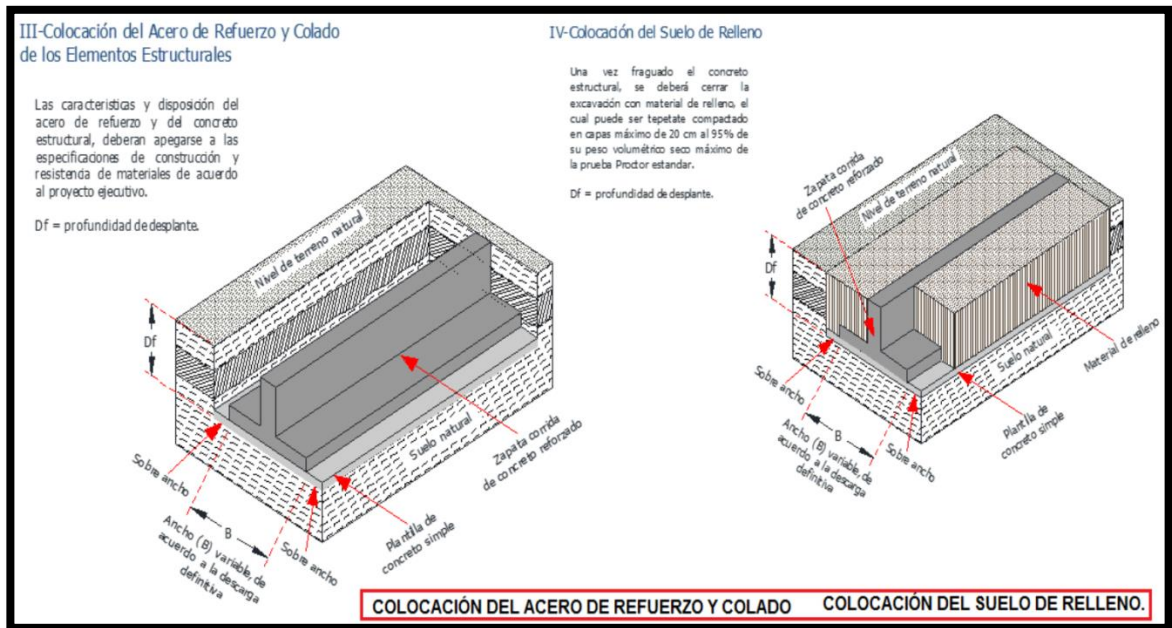


3.- Colocación de acero de refuerzo y colado de los elementos estructurales:

Se procederá a la colocación y habilitado de las parrillas del acero según los planos ejecutivos, y se procederá a vaciar el concreto estructural para la conformación de los elementos estructurales de cimentación, para lo cual se deberá proceder conforme a las especificaciones de construcción y resistencia de materiales que resulten del diseño estructural de la cimentación.

4.- Colocación del suelo de relleno (cepas y pisos):

Una vez que haya fraguado el concreto de los elementos estructurales de la cimentación, se procederá a conformar el suelo de relleno necesario para cerrar la excavación, para lo cual se recomienda usar tepetate compactado (también para dar niveles de proyecto). En una capa máximo de 20 cm al 95% de su peso volumétrico seco máximo de la prueba Proctor estándar, el material deberá cumplir con las normas de calidad vigentes.



EN TODO MOMENTO SE DEBE VERIFICAR QUE EL NIVEL DE LA ESTRUCTURA SIGA SIENDO EL MISMO.

Para esto se colocarán estaciones para medir el nivel de la casa en las esquinas y al centro.

Es recomendable que los muros del nivel que se va a construir sean de concreto armado en el sentido corto de todos los niveles de proyecto, para evitar tensiones en la estructura como el momento de volteo y considerando la esbeltez de la estructura. Cabe resaltar que este trabajo busca dar una recomendación constructiva para aumentar la capacidad de carga del suelo y mejorar la distribución de esfuerzos de la casa para poder aumentar un nivel completo, sin embargo, dicha recomendación deberá empatar con la conclusión que se dé en el cálculo estructural.

Por ningún motivo se deberá desplantar la cimentación sobre material que contenga materia orgánica o sobre material de relleno, por lo que se deberá desalojar completamente hasta encontrar el material del terreno natural para su desplante.

Se deberá evitar que las caras exteriores de los taludes de la excavación para alojar la cimentación pierdan humedad, esto para evitar agrietamientos en la pared, por lo que se deberá construir inmediatamente la cimentación.

Las recomendaciones proporcionadas necesitan ser conciliadas con el diseñador estructural, ya que no presentan un proyecto geotécnico ejecutivo por carecer de los detalles necesarios para la construcción.

Se recomienda ampliamente que se realicen las revisiones por estado límite de falla y estado límite de servicio, una vez que se cuente con la distribución y magnitud de las solicitaciones para las combinaciones estáticas y dinámicas del proyecto.

Los procedimientos constructivos deberán someterse a una continua supervisión y los materiales a un continuo control de calidad.

PROTECCIÓN DE LA EXCAVACIÓN

Durante el procedimiento de excavación el área de trabajo deberá ser apuntalada correctamente, con puntales metálicos a ambos lados de la zona de trabajo y separados entre ellos no más de 0.80 m, se debe poner especial atención en las colindancias para evitar que las estructuras vecinas, se desplomen o que sufran cierto daño o asentamientos.

Para este proyecto en particular se deberá apuntalar toda la casa para así evitar que se presenten asentamientos diferenciales o daños estructurales, deberán excavarse cepas de acuerdo con las especificaciones de proyecto, para definir el tamaño necesario para poderse realizar el trabajo y no debilitar el terreno debajo de los cimientos y las colindancias.

Apuntalamiento

Los primeros dos niveles de la casa deberán ser apuntalados con el fin de evitar alguna posible fractura del soporte estructural de la casa.

Los puntales metálicos serán colocados a cada 1 – 1.2 m, sobre de ellos pasará un polín para poder distribuir la carga de manera uniforme desde el piso hasta el techo. Se debe prestar atención en los claros donde se encuentren las ventanas y las instalaciones de los baños.

Posibles Alternativas

La alternativa que se seleccionó fue la de excavar el terreno que se encuentra alrededor de los cimientos en donde las columnas descargan el peso de la estructura; para crear un dado de concreto armado con varillas de $\frac{3}{4}$ que abrace el cimiento de piedra que ahora tomará el lugar de la trabe de liga y que el acero se ancle a la dala de cerramiento existente que distribuye el esfuerzo a lo largo de la cimentación existente. Con este dado de 1.5 metro por 1.5 metro por 0.6 metros, para garantizar la capacidad de carga necesaria para soportar el nuevo nivel.

A continuación, se plantean posibles soluciones a ejecutar dependiendo lo que se encuentre al excavar el material de relleno que rodea a los cimientos.

Como se había planteado, la mejor, pero no práctica solución, consiste en desplantar la solución existente a 1.2 m de profundidad utilizando el mismo tipo de material usando en la cimentación existente y dejar el resto de la cimentación que actúe como una trabe de liga, sin embargo, esta solución no es viable puesto que el terreno ya está consolidado y hacer una maniobra debajo de los cimientos riesgoso y complicado por el mismo terreno.

La solución que se va a implementar es la de aumentar la sección de forma lateral, para poder aumentar la capacidad de carga del terreno debido a que se aumenta el área de contacto y distribuir mejor los esfuerzos, buscando garantizar la unión del material existente con el nuevo material.

La finalidad de cualquiera de las soluciones a escoger es aumentar la capacidad de carga de una forma u otra para poder soportar la carga estructural de un piso más.

CONCLUSIÓN

Un proceso de recimentación es un proceso que requiere de mucho cuidado para no dañar la estructura existente y para mantener la seguridad de los trabajadores. Requiere, como ya se planteó, de un adecuado estudio de mecánica de suelos y una correcta justificación para llevarse a cabo la intervención, una vez que apruebe la recimentación lo más importante en todo momento es apuntalar correctamente todos los niveles de la casa para evitar que sufran asentamientos diferenciales y en consecuencia aparezcan daños, se debe mantener un control riguroso semanal acerca de la nivelación de la casa en distintos puntos de la misma, las cepas que serán abiertas serán de forma alternada y serán de columna en columna en donde se colocará, una vez habilitado, el acero que formara la zapata y la trabe que las ligará, para después cimbrar esos elementos y colar monolíticamente, dejando las puntas de varilla en la trabe de liga y la corona de la zapata que servirá para anclar la siguiente zapata y trabe, se deberá usar un expansor para evitar la contracción del concreto y que así descansen de inmediato las columnas en los nuevos cimientos, el concreto a utilizar será de resistencia rápida, revenimiento 14 y agregado de 3/4, bombeable. Es muy importante que sea de resistencia rápida porque debe soportar las cargas lo antes posible. El armado de las trabes será con varilla de 3/4 y estribos de 3/8.

Es importante mantener la calidad de los materiales y compactar correctamente el material de relleno, vigilando estos 4 aspectos que se mencionaron (nivelación, calidad de materiales, correcto apuntalamiento y correcta compactación) la recimentación será un proceso que permitirá cambiar las solicitaciones de carga de cualquier estructura.

BIBLIOGRAFÍA

Mecánica de Suelos: Tomo I Fundamentos de Mecánica de Suelos; Juárez Badillo y Rico Rodríguez, 2005

Mecánica de Suelos: Tomo II Teoría y Aplicaciones de la mecánica de Suelos; Juárez Badillo y Rico Rodríguez

Manual de Diseño de Obras Civiles: Geotecnia, Mecánica de Suelos. B.2.2 propiedades físicas y mecánica de los suelos; Ing Carlos Silva Echartea, Ing. José Luis León Torres, CFE 1980