



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TESINA PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL:

“PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA CASA-HABITACIÓN DE
NIVEL MEDIO”

Presenta: JESÚS RAMÍREZ OCHOA

ASESOR
M.D.U. PEDRO ÁNGEL LÓPEZ MONROY

MORELIA, MICHOACÁN. JULIO DE 2021.

Índice

1. Resumen	3
2. Introducción	5
3. Objetivo	7
4. Antecedentes	7
5. Descripción de proyecto arquitectónico.....	11
6. Estructuración	18
5.1 Cargas vivas y cargas muertas	18
5.2 Muros	28
5.2.1 Calculo de peso de muros	28
5.3 Castillos	30
5.4 Trabes	35
5.5 Losas	39
6. Calculo y diseño de elementos estructurales	41
6.1 Diseño de losas	42
6.2 Diseño de trabes	55
6.3 Diseño de columnas	58
6.4 Diseño de muros y castillos	60
6.5 Diseño de cimentación	61
6.5.1 Diseño de zapatas	61
6.5.2 Diseño de contr trabes	71
6.6 Análisis sísmico	77
7. Anexos	80
8. Conclusiones	87
9. Agradecimientos	88
10. Bibliografía	89

Resumen

Este proyecto se plantea explicar el método de bajada de cargas, cumpliendo las NTC-2017, para garantizar la correcta estructuración de una Casa-Habitación de nivel medio, con el fin de garantizar seguridad. Se sigue una metodología utilizando tablas y utilizando diferente software para que el análisis estructural sea más eficiente, más práctico y confiable.

Dichas tablas son echas recopilando algunos datos de la Casa-Habitación que se va a estudiar tales como el tipo de material con la que se plantea construir, el peso de los materiales y las dimensiones de las áreas de construcción.

Para diseñar los elementos estructurales para que la casa trabaje en óptimas condiciones ante las cargas y esfuerzos que actúen sobre la misma, además los datos son verificados y recopilados por algunos software tales como: SAP 2000, SAFE, CSI COL.

Teniendo los resultados de las dimensiones de losas, vigas y columnas así como el tipo de acero, la cantidad de acero y el tipo de concreto con el que se van a construir dichos elementos estructurales se prosigue al dibujo de dichos elementos con la ayuda del software AUTOCAD.

Palabras clave:

- Seguridad
- Estructura
- Concreto
- Acero
- Diseño

Abstract

This project is intended to explain the method of load descent, complying with NTC-2017, to ensure the correct structuring of a mid-level House-Room, in order to ensure safety. A methodology is followed using tables and using different software to make structural analysis more efficient, more practical and reliable.

These tables are cast collecting some data from the House-Room to be studied such as the type of material with which you plan to build, the weight of the materials and the dimensions of the construction areas. To design the structural elements so that the house works in optimal condition in the face of the loads and efforts that act on it, in addition the data are verified and collected by some software such as: SAP 2000, SAFE, CSI COL.

Taking the results of the dimensions of the slabs, beams and columns as well as the type of steel, the amount of steel and the type of concrete with which said structural elements are going to be built, the drawing of said elements is continued with the help of the software. AUTOCAD.

Keywords:

- Safety
- Structure
- Concrete
- Steel
- design

1.- Introducción

Dentro de los proyectos de la edificación de cualquier edificio ya sea una vivienda o un inmueble de varios niveles la estructura es fundamental dado es que un conjunto de elementos destinados a colaborar entre sí para poder cumplir propósitos como: mantener la forma de un objeto, resistir fuerzas producidas por efectos naturales.

Las estructuras de concreto reforzado tienen ciertas características, derivadas de los procedimientos usados en construcción, que las distinguen de las estructuras de otros materiales. Existen dos procedimientos principales para construir estructuras de concreto. Siendo uno de ellos, en el caso cuando los elementos estructurales se forman en su posición definitiva, es decir en el caso de que la estructura haya sido colada in situ o colada en el lugar. Si se fabrican en un lugar distinto al de su posición definitiva en la estructura, el procedimiento recibe el nombre de prefabricado.

El proyectista debe elegir entre estas dos alternativas, guiándose siempre por las ventajas económicas, constructivas y técnicas que pueden obtenerse en cada caso. Cualquiera que sea la alternativa que se escoja, esta elección influye de manera importante en el tipo de estructuración que se adopte.

El objeto del diseño estructural consiste en determinar las dimensiones y características de los elementos de una estructura para que esta cumpla cierta función con un grado de seguridad razonable, comportándose además satisfactoriamente una vez en condiciones de servicio.

La función principal que se busca lograr en una estructura cualquiera es transmitir adecuadamente las cargas aplicadas en cualquier lugar hacia los puntos de apoyo.

Las acciones en las estructuras por lo general son fenómenos físicos complejos, las cuales se modelan como sistemas de fuerzas concentradas, lineales y/o

distribuidas uniformemente. Es importante mencionar que las normas técnicas NTC-2017, clasifican las acciones en las estructuras en:

- Acciones permanentes: están presentes en la estructura en forma continua y su intensidad se considera que no varía con respecto al tiempo, tales como peso propio de los elementos estructurales (Carga Muerta).
- Acciones variables: obran sobre una estructura con una intensidad variable con respecto al tiempo, pueden ser peso de personas, peso de mobiliario y equipo, cambios de temperatura. También se les conoce como cargas vivas.
- Acciones accidentales: no son originadas por el funcionamiento normal de la estructura y toman un valor considerable en un periodo breve de tiempo. Son las originadas por los sismos, viento e impactos.

Por lo tanto es importante mencionar que cualquiera estructura deberá satisfacer el siguiente criterio:

- Estética
- Económica
- Facilidad de mantenimiento
- Durabilidad

2.- Objetivo

El objetivo de este proyecto es presentar la metodología que conlleva una estructuración de una Casa-Habitación con el método de bajada de cargas cumpliendo con los requisitos de NTC-2017, las Normas Técnicas Complementarias de la ciudad de México.

3.- Antecedentes

Prehistoria

Hace 2 millones de años, en el Paleolítico nuestros antepasados vivían en cuevas durante los meses de invierno, para protegerse del frío y de la nieve así como de las lluvias, ya que sus abrigos estaban hechos con pieles de animales que cazaban y apenas tenían ropa.

En la última etapa de la Prehistoria, aproximadamente en el 7000 a.C., conocida como Neolítico se empiezan a construir casas de adobe y piedra con forma circular o cuadrada y, de una o dos habitaciones. El techo está hecho de paja, ramas, etc.

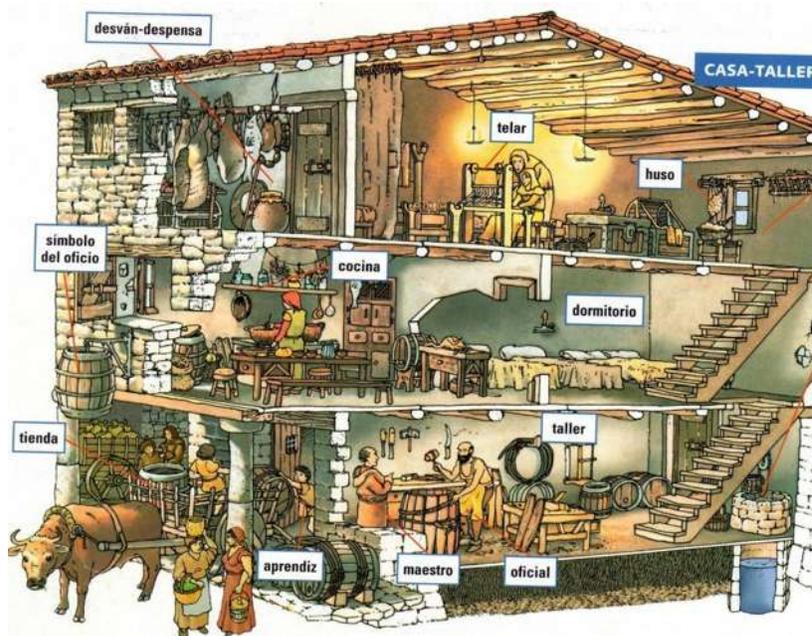
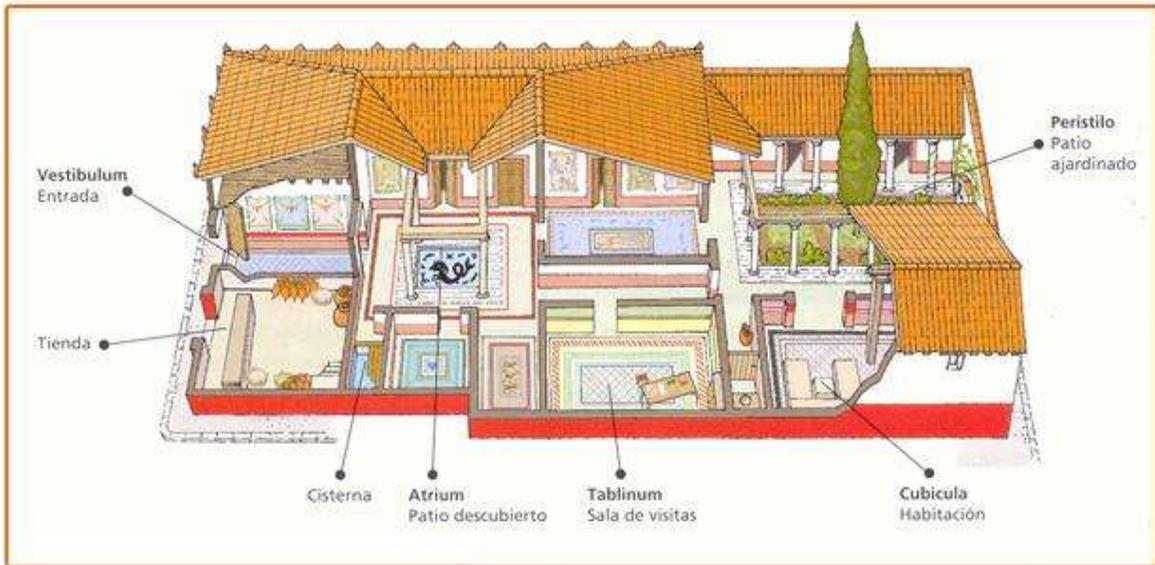


Antes de la llegada el Imperio Romano había otras grandes civilizaciones que cambiaron la forma de construir las viviendas, una de estas civilizaciones eran los

íberos. Las casas en esta época eran rectangulares se organizaban formando calles.

Imperio Romano

Hacia el siglo VIII a. C. aparecieron los romanos que construían viviendas unifamiliares utilizando principalmente piedra y madera así como adobe y ladrillos cocidos, organizadas alrededor de una estancia central o atrio, resguardada el exterior con pocas ventanas adornadas con frescos y mosaicos.



Edad Media

Esta época se inicia en el año 476 y las viviendas de este periodo en los espacios rurales eran simples y pequeñas por norma general y estaban construidas en madera, adobe y piedras, utilizando paja para el

techo. En su interior habitaban la familia y los animales, sirviendo estos de calefacción. En el exterior solían tener una huerta donde cultivaban alimentos para su consumo.

Sin embargo en los espacios rurales la economía de esta época estaba centrada en los gremios, que se situaban en las propias viviendas que a su vez también era su modo de distribución, es decir, en un mismo edificio se encontraba la vivienda en la planta superior y por su parte en la inferior se citaban el taller y la tienda.

Edad Moderna

A partir del siglo XV se generaliza el uso de ladrillos de barro cocido para edificar las casas, además de barro, tierra humedecida y pisada, los cantos rodados, la paja, la madera, adobe y piedra. Las casas eran muy simples, por regla general, su tamaño era reducido.



Edad contemporánea

Durante la época barroca los campesinos que vivían en las aldeas comienzan a emigrar a las ciudades. Las casas eran de madera, sin baños y con patios interiores.

Se continúan construyendo casas de ladrillos, pero ahora se unen con un nuevo material, más resistente que el adobe, el conocido como cemento. Estas casas se construían cerca de las fábricas donde trabajaban los obreros. Se comienza a utilizar la energía eléctrica, se empiezan a formar las calles con aceras.

Siglo XX

Las ciudades son más grandes, queda muy poca población que viva en el campo, debido a que en ellas encuentran facilidades de trabajo en fábricas, tiendas y oficinas. Tras la



industrialización se construyen nuevos tipos de edificios fábricas, estaciones de ferrocarril.

La mayoría se encuentran alejadas de los suburbios. Las construcciones son de mayores dimensiones y con materiales cada vez más sofisticados.

Siglo XXI

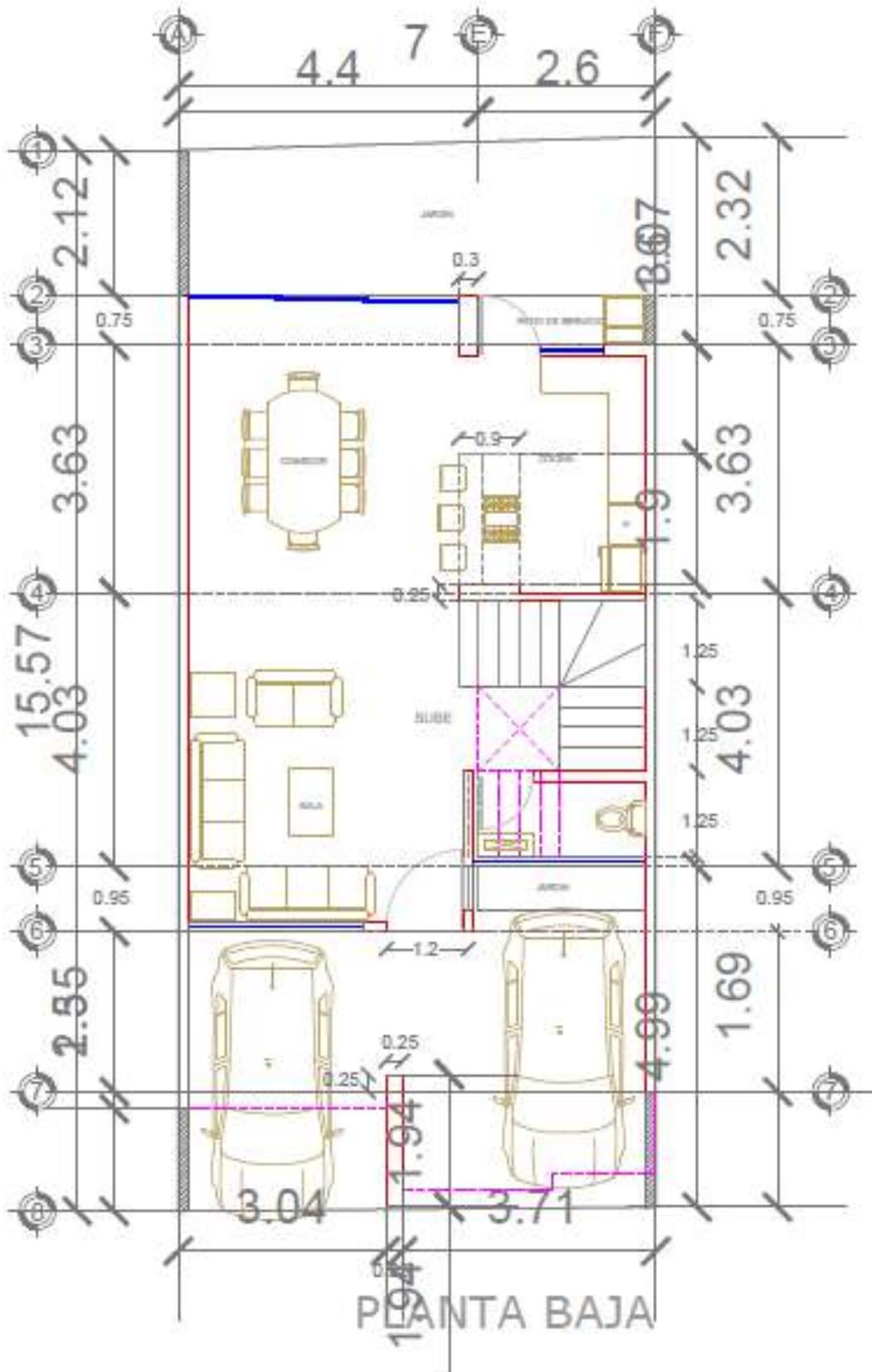
La casa está destinada para el descanso, las reuniones familiares y sociales, la higiene y la alimentación. En la actualidad ya no predomina la vivienda unifamiliar, si no que las casas se van adaptando dependiendo de las necesidades y características de la familia que las habita.

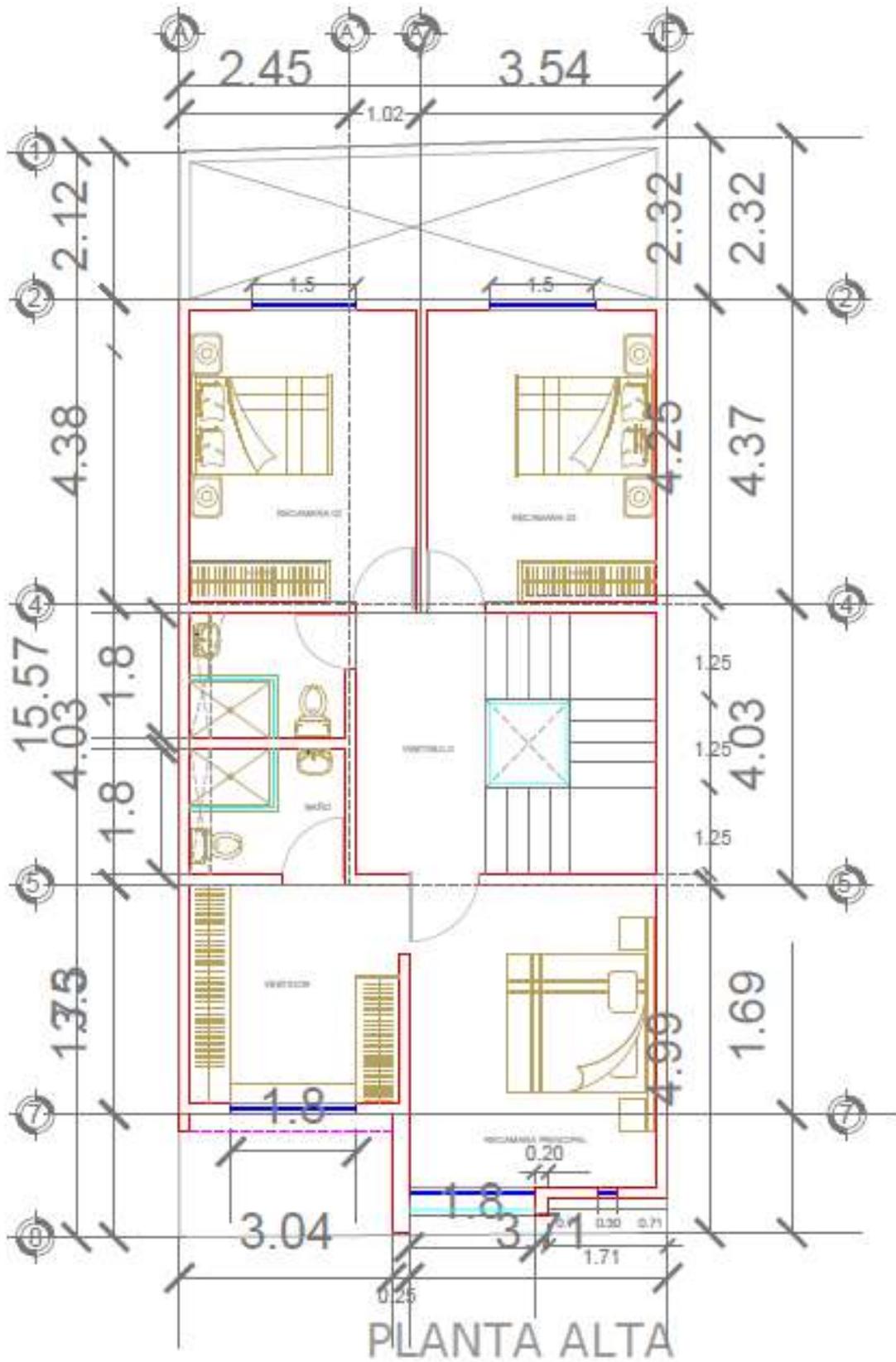


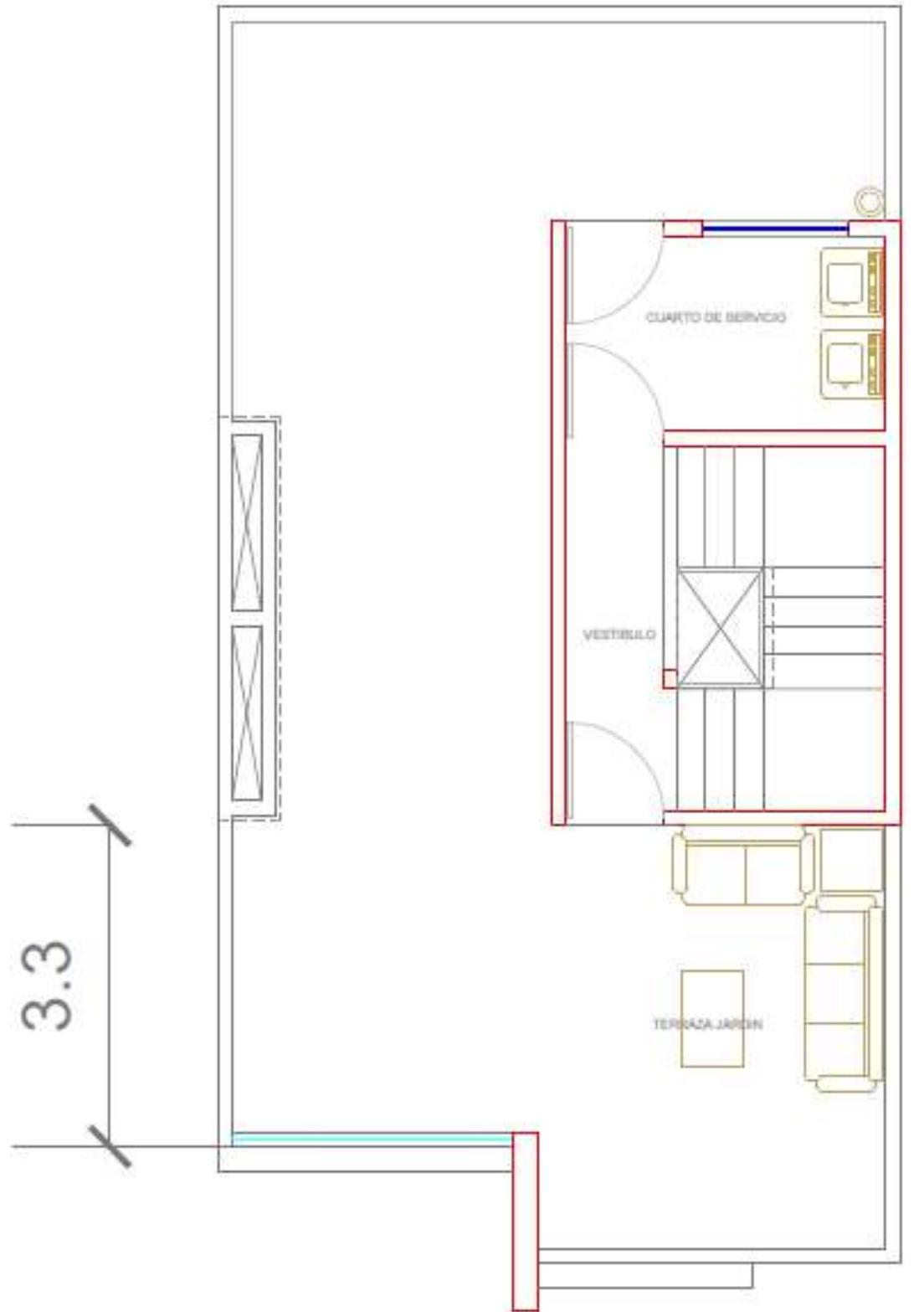
Se introducen en la ciudad los edificios públicos para tener un mejor acceso para todos los habitantes.

4.- Descripción de Proyecto Arquitectónico

El proyecto de Casa-Habitación se desplanta sobre una área de terreno de 109.48 metros cuadrados, contando con un frente de 7 mts y 15.57 mts de fondo, está ubicado en la ciudad de Morelia, Michoacán. Cuenta con tres niveles de piso, donde en la planta baja se encuentra un comedor, cocina, sala, un medio baño ubicado debajo de la escalera, cochera para dos automóviles y un jardín en la parte de atrás. En la planta alta se encuentran dos recamaras, un baño, una recamara principal que tiene un baño y un vestidor. En el tercer nivel se cuenta únicamente con un cuarto de servicio y una terraza jardín.

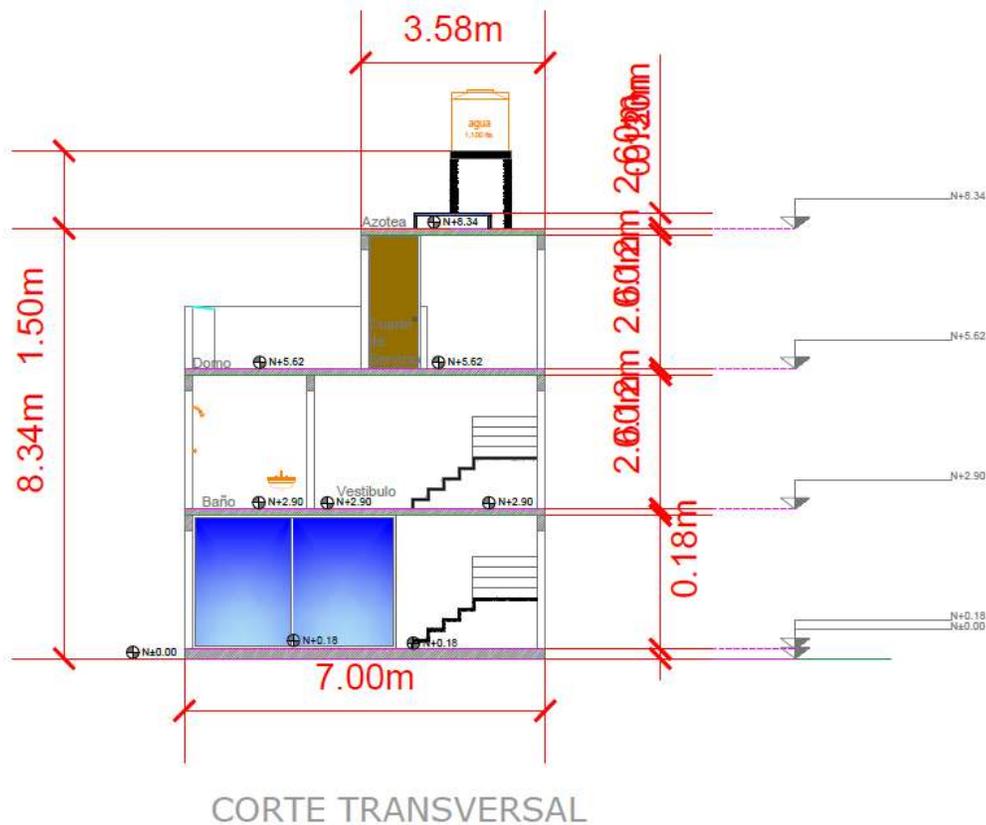
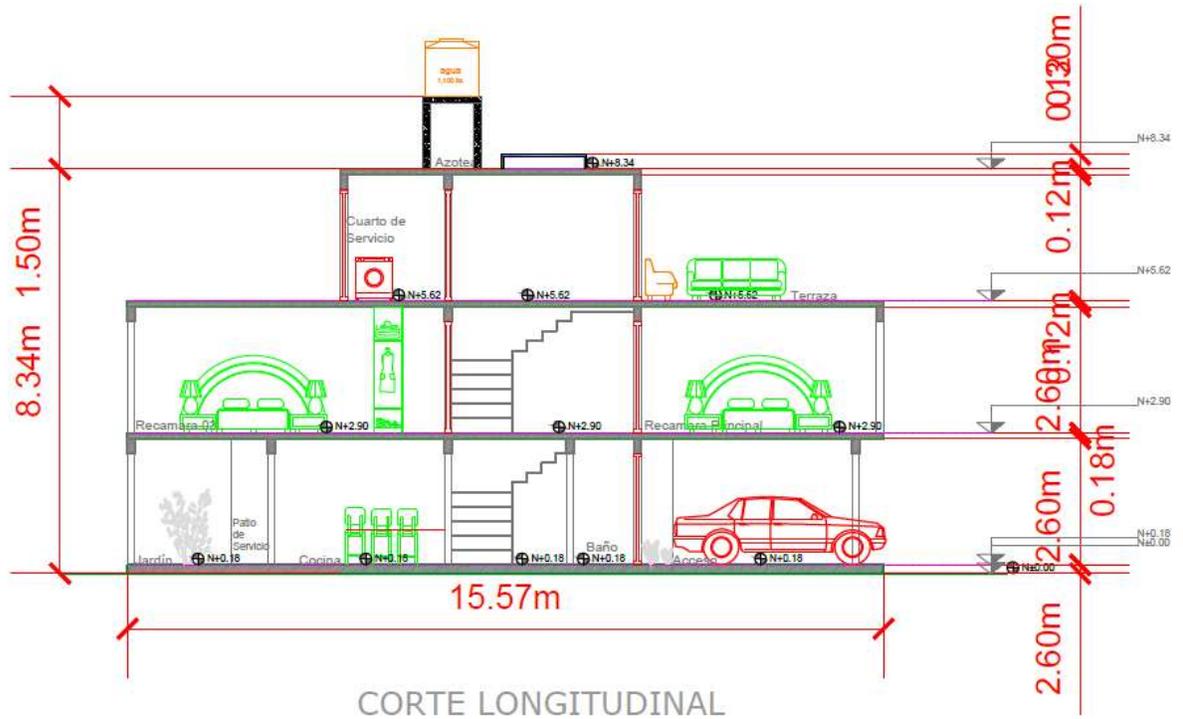






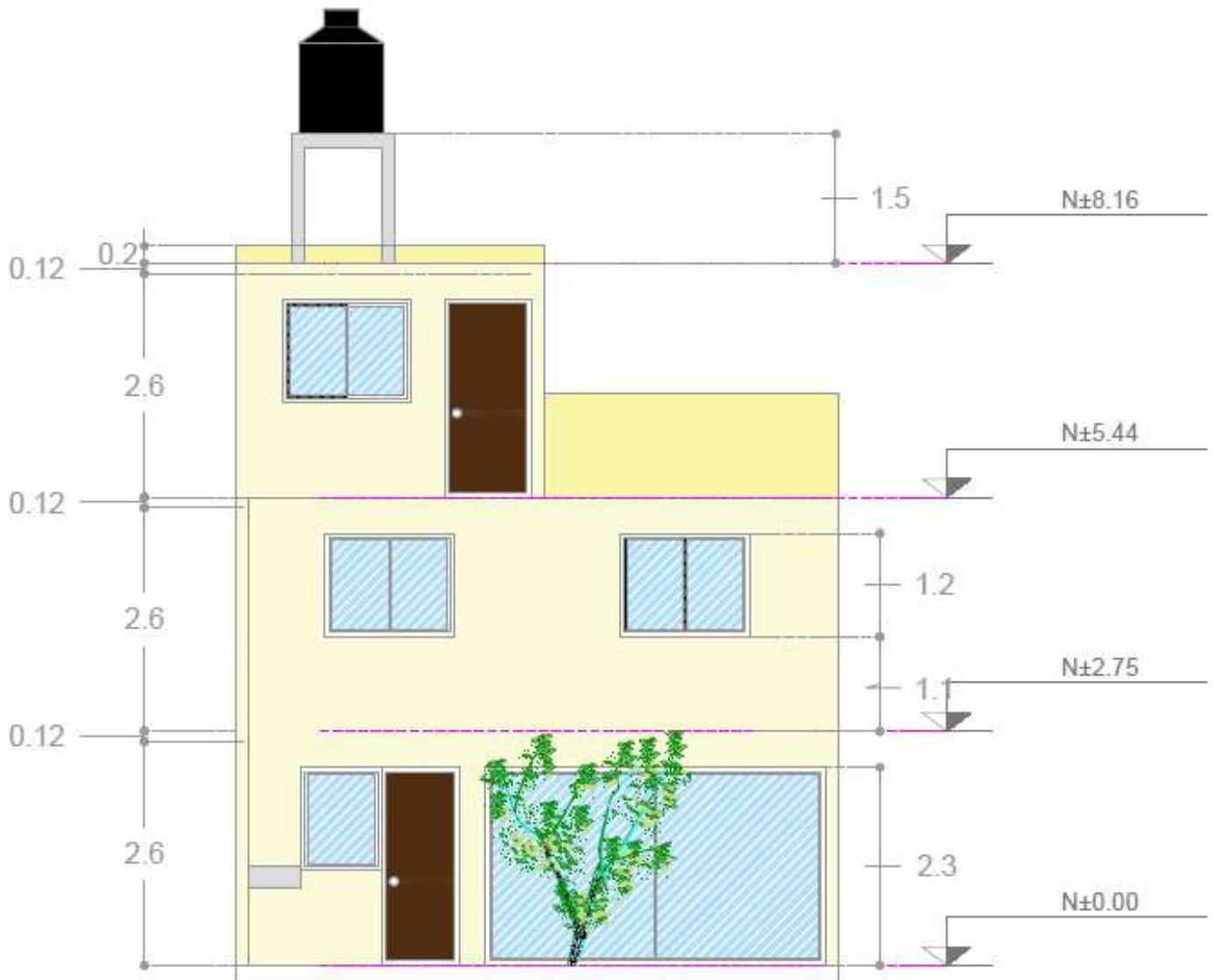
TERCER NIVEL

Proyecto Estructural de una Casa-Habitación de Nivel Medio





- FACHADA FRONTAL



● FACHADA POSTERIOR

Este proyecto estructural pertenece a una construcción que tendrá el uso de casa habitación ubicada en la ciudad de Morelia, Michoacán. La casa habitación cuenta con tres niveles de piso. Cada uno de los sistemas de piso se encuentra apoyado perimetralmente en trabes de concreto reforzado dispuestas dentro del espesor de la losa o apoyados en muros de mampostería. Los sistemas de piso están formados por losas aligerada o losa reticular de concreto reforzado y casetones de poliestireno en el nivel Planta Baja y los niveles 1 y 2 formados por losas macizas de concreto reforzado.

En todos los sistemas de piso de la estructura se encuentran apoyados perimetralmente en muros de mampostería confinada, fabricados con piezas de tabique de barro rojo recocido y castillos dispuestos de forma exterior.

En el nivel 2 no se consideró carga alguna generada por equipo o instalaciones especiales. De acuerdo al proyecto arquitectónico se consideró el tinaco de 1,100 litros de capacidad, apoyado en la losa perteneciente al nivel 2 de la estructura.

5.- ESTRUCTURACION

5.1.-CARGAS VIVAS Y CARGAS MUERTAS

De acuerdo al Reglamento de Construcciones del DF se consideraron para el análisis de cargas muertas, los materiales y pesos volumétricos mostrados en la siguiente tabla

CARGAS MUERTA EN LOSAS	
LOSA DE ENTREPISO	Carga (Ton/m ²)
Mosaico de pasta	0.035
Mortero Cemento-Arena	0.032
Losas Reticular de concreto	0.29
Yeso	0.022
LOSA NIVEL 1	Carga (Ton/m ²)
Enladrillado	0.04
Mortero Cemento-Arena	0.032
Relleno (Tepetate)	0.064
Losas Reticular de concreto	0.486
Yeso	0.022
LOSA NIVEL 2	Carga (Ton/m ²)
Enladrillado	0.04
Mortero Cemento-Arena	0.032
Relleno (Tepetate)	0.064
Losas de concreto	0.24
Yeso	0.022

La siguiente tabla muestra los valores de carga viva para Casa-Habitación, recomendada de acuerdo con el reglamento NTC-2017.

Tabla 6.1.1 Cargas vivas unitarias, kN/m² (kg/m²)

Destino de piso o cubierta	W	W _s	W _m	Observaciones
a) Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	0.8 (80)	1.0 (100)	1.9 (190)	1
b) Oficinas, despachos y laboratorios	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)	2
c) Aulas	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)	
d) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	0.4 (40)	1.5 (150)	3.5 (350)	3 y 4
e) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	0.4 (40)	3.5 (350)	4.5 (450)	5
f) Otros lugares de reunión (bibliotecas, templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, salas de juego y similares)	0.4 (40)	2.5 (250)	3.5 (350)	5
g) Comercios, fábricas y bodegas	0.8W _m	0.9W _m	W _m	6
h) Azoteas con pendiente no mayor de 5 %	0.15 (15)	0.7 (70)	1.0 (100)	4 y 7
i) Azoteas con pendiente mayor de 5 %, otras cubiertas, cualquier pendiente.	0.05 (5)	0.2 (20)	0.4 (40)	4, 7 8 y 9
j) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	0.15 (15)	0.7 (70)	3 (300)	

Para nuestra casa habitación utilizaremos las siguientes cargas y combinaciones de cargas para el diseño de la estructura:

CARGAS VIVAS		
DESTINO	CV (kg/m ²)	Cva (kg/m ²)
LOSA DE ENTREPISO		
ENTREPISO CASA-HABITACION	190	100
LOSA NIVEL 1		
AZOTEA CON PENDIENTE <5%	100	70
LOSA NIVEL 2		
AZOTEA CON PENDIENTE <5%	100	70

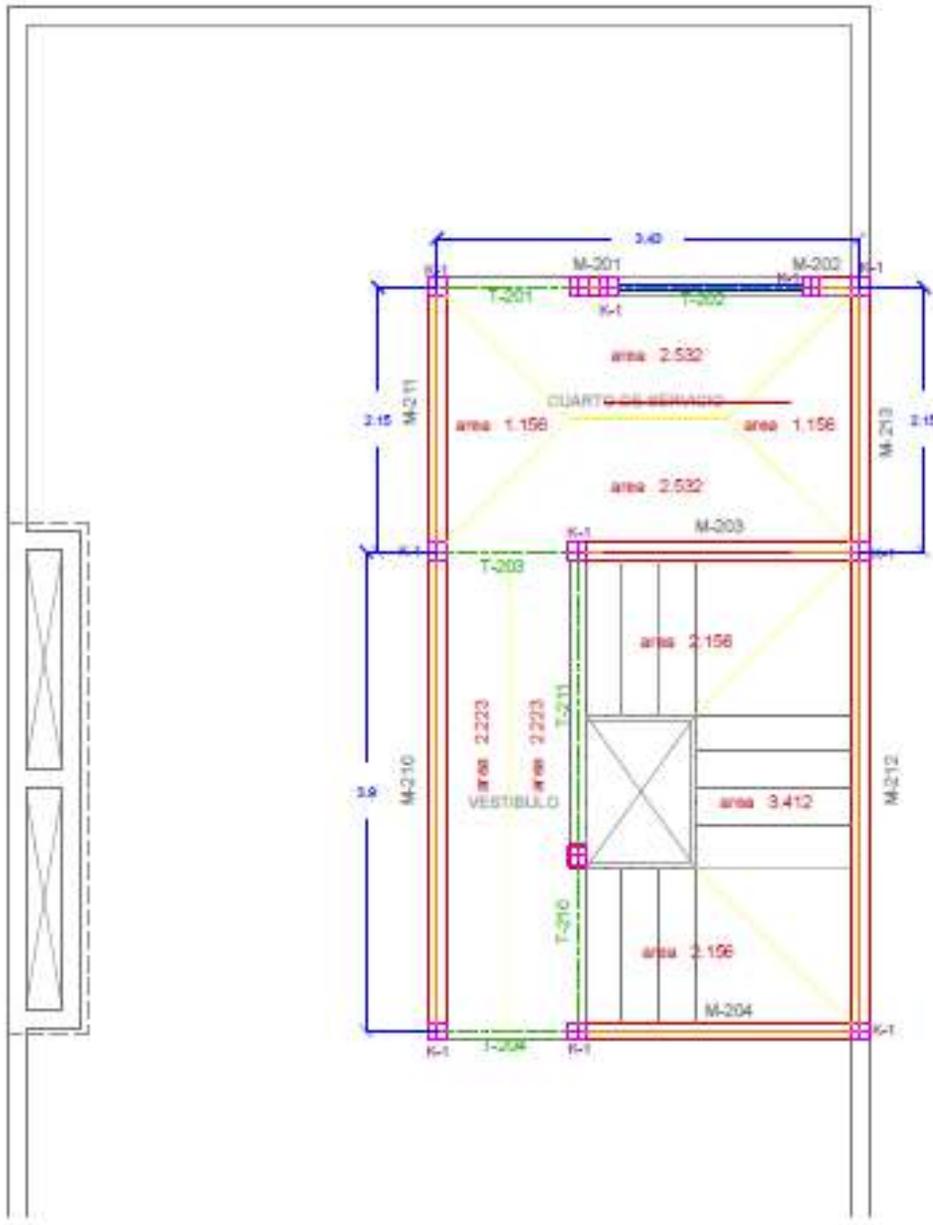
La siguiente tabla muestra los valores de combinaciones de carga utilizados en este proyecto de casa habitación.

COMBINACIONES DE CARGA	
CARGAS PERMANENTES	1.3 CM + 1.5 CV
CARGAS DE SERVICIO	1.0 (CM+CV)

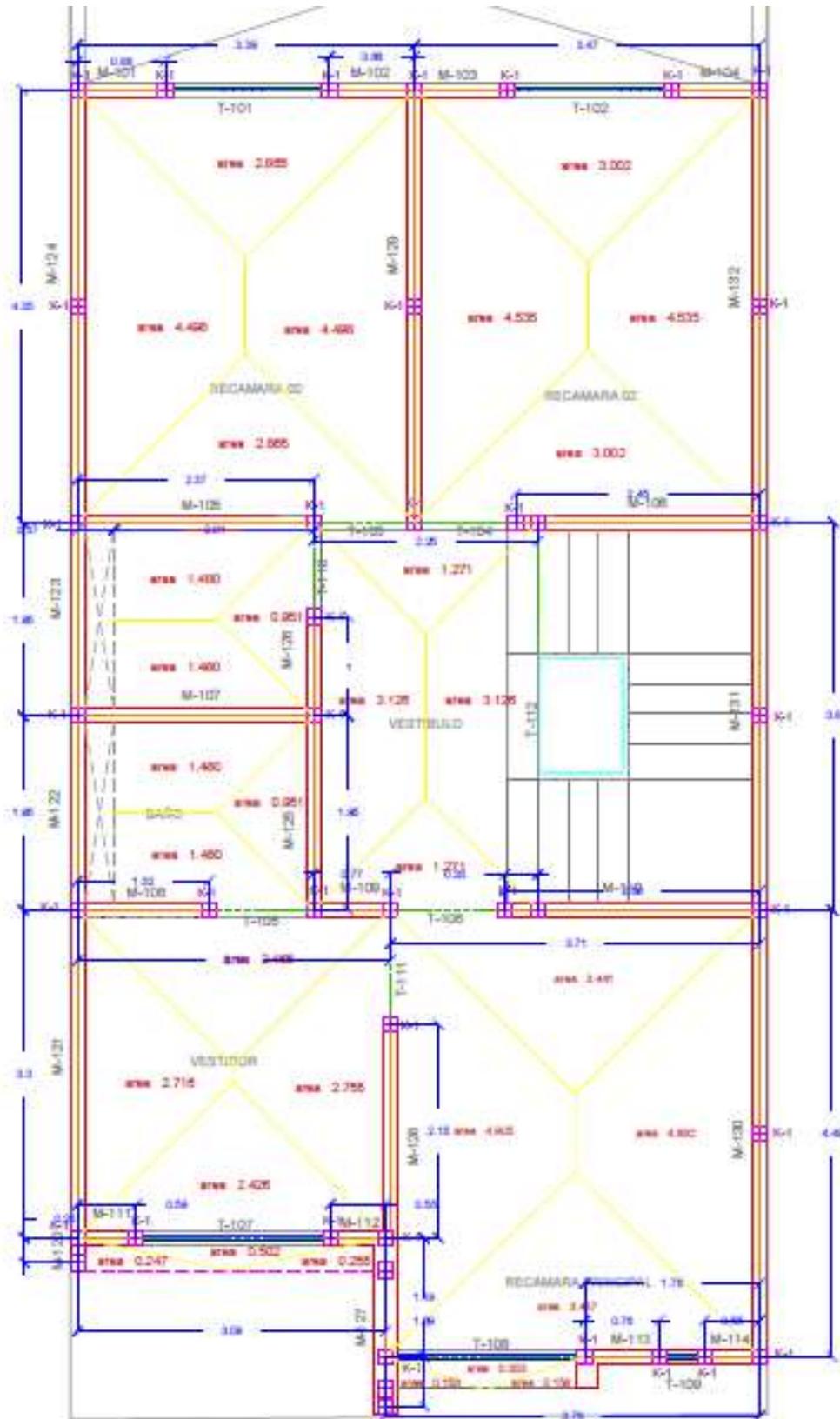
En la siguiente tabla se muestra la resistencia mínimas de los materiales que deberán ser utilizados en la construcción de la casa habitación.

MATERIALES	
MATERIAL	RESISTENCIA
CONCRETO EN VIGAS	250 kg/cm ²
CONCRETO EN LOSAS	250 kg/cm ²
CONCRETO EN LOSAS, ZAPATAS Y CONTRATRABES DE CMENTACION	250 kg/cm ²
CONCRETO EN CASTILLO	150 kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO EN VARILLAS GRADO 42	4200 kg/cm ²
PIEZAS DE TABIQUE DE BARRO ROJO RECOCIDO	15 kg/cm ²
CASTILLOS ELECTROSOLDADOS	6000 kg/cm ²

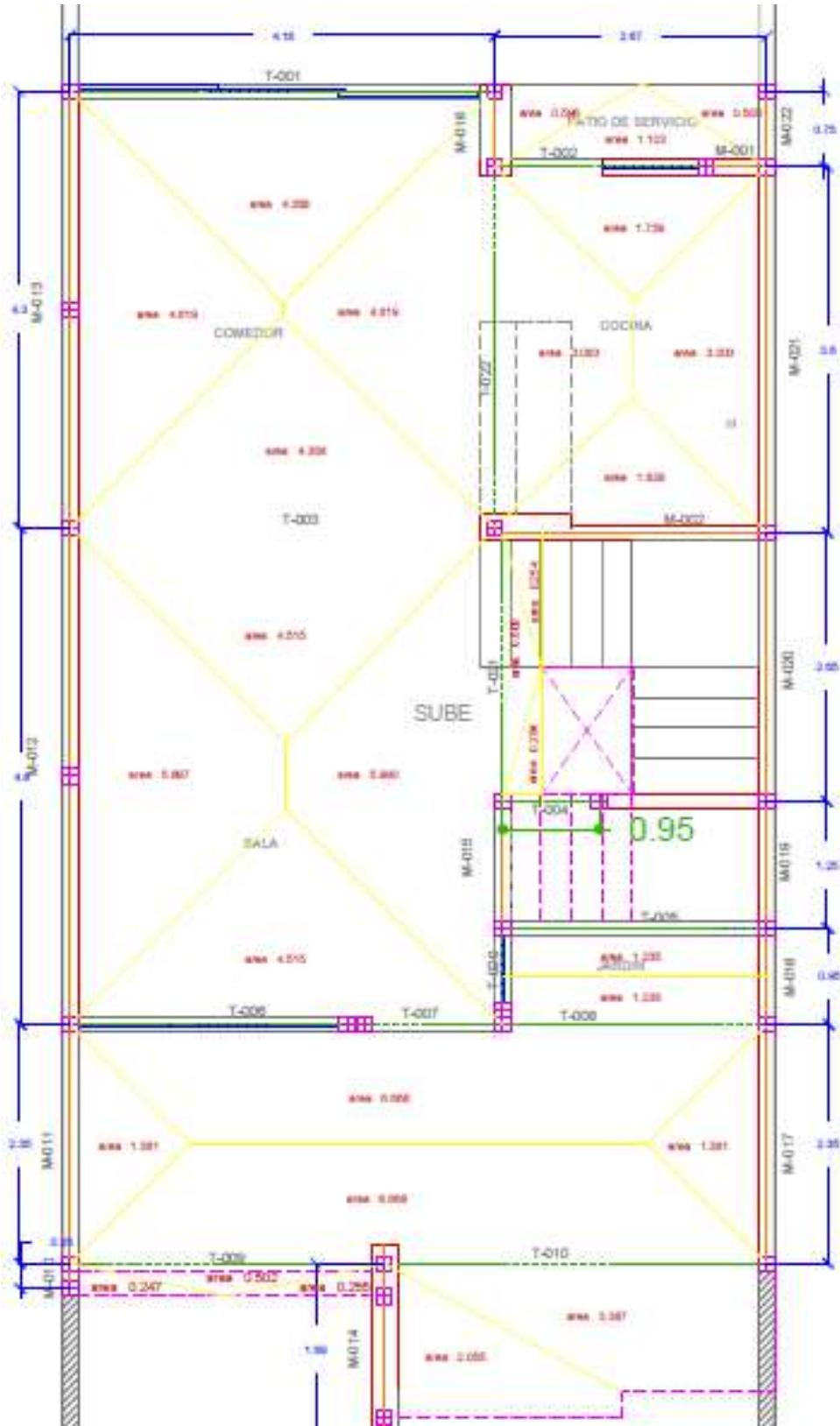
Para repartir estas cargas en la estructura se hizo mediante áreas tributarias, desde la planta de azotea a la estructura más abajo que es la cimentación, las cuales distribuían las cargas hacia las trabes o muros. A continuación se muestra el plano de cómo se distribuyen las áreas tributarias:



Áreas tributarias segundo nivel.



Áreas tributarias primer nivel.



Áreas tributarias planta baja.

ANALISIS DE CARGAS EN MUROS

Casa Habitación								
FR=	0.60	(Muros Confinados)			K-1	K-2	K-3	
FC=	1.30	CM		$f_y=$	4200	4200	4200	kg/cm ²
FC=	1.50	CV		As=	2.84	4.26	5.68	cm ²
$f'_m=$	15.0	kg/cm ²	FC=	0.90	CM (Sismo)			

Muro	P _{CM} Ton	P _{CV} Ton	P _{CVa} Ton	P _{U-acc} Ton	Revisión de Resistencia						
					P _u Ton	H/t	F _E	ΣAs cm ²	P _R Ton	Estado P _u / P _R	Castillos
NIVEL 2											
M-201	1.840	0.133	0.093	1.656	2.592	21.67	0.28	5.68	4.718	55%	2.00
M-202	1.526	0.099	0.069	1.373	2.132	21.67	0.28	4.26	4.171	51%	1.50
M-203	5.967	0.413	0.289	5.370	8.377	21.67	0.39	3.78	13.310	63%	1.33
M-204	2.850	0.184	0.129	2.565	3.982	21.67	0.28	4.26	9.898	40%	1.50
M-210	4.651	0.277	0.194	4.186	6.462	21.67	0.28	4.26	14.750	44%	1.50
M-211	3.114	0.200	0.140	2.802	4.347	21.67	0.28	4.26	9.476	46%	1.50
M-212	5.004	0.370	0.259	4.503	7.061	21.67	0.28	2.36	13.412	53%	0.83
M-213	3.063	0.132	0.092	2.756	4.179	21.67	0.28	2.36	8.138	51%	0.83
NIVEL 1											
M-101	1.608	0.157	0.110	1.447	2.326	21.67	0.28	4.26	5.648	41%	1.50
M-102	1.568	0.154	0.108	1.412	2.270	21.67	0.28	3.78	5.218	44%	1.33
M-103	1.691	0.165	0.115	1.522	2.445	21.67	0.28	3.78	5.459	45%	1.33
M-104	1.638	0.161	0.113	1.474	2.371	21.67	0.28	4.26	5.678	42%	1.50
M-105	4.489	0.544	0.381	4.040	6.652	21.67	0.28	3.78	9.799	68%	1.33
M-106	10.123	0.260	0.331	9.111	13.549	21.67	0.39	6.62	16.762	81%	2.33
M-107	3.133	0.296	0.207	2.820	4.517	21.67	0.39	1.87	11.782	38%	0.66
M-108	2.195	0.258	0.180	1.976	3.240	21.67	0.39	3.78	9.239	35%	1.33
M-109	3.010	0.381	0.267	2.709	4.485	21.67	0.39	4.26	7.403	61%	1.50
M-110	6.254	-0.343	0.388	5.629	7.616	21.67	0.39	6.62	17.224	44%	2.33
M-111	1.330	0.148	0.104	1.197	1.951	21.67	0.28	3.78	4.434	44%	1.33
M-112	1.277	0.145	0.101	1.149	1.876	21.67	0.28	3.78	4.314	43%	1.33
M-113	1.793	0.208	0.146	1.614	2.643	21.67	0.28	5.68	6.285	42%	2.00
M-114	0.877	0.078	0.054	0.789	1.257	21.67	0.28	4.26	4.653	27%	1.50
M-120	0.321	0.027	0.019	0.289	0.457	21.67	0.28	3.78	3.410	13%	1.33
M-121	4.301	0.296	0.207	3.871	6.036	21.67	0.28	1.87	11.264	54%	0.66
M-122	1.496	0.000	0.000	1.346	1.944	21.67	0.28	1.87	7.195	27%	0.66
M-123	1.496	0.000	0.000	1.346	1.944	21.67	0.28	1.87	7.195	27%	0.66
M-124	6.116	0.482	0.338	5.504	8.674	21.67	0.28	5.20	16.765	52%	1.83
M-125	3.794	0.291	0.204	3.415	5.370	21.67	0.39	2.36	10.492	51%	0.83
M-126	2.383	0.249	0.174	2.145	3.471	21.67	0.39	3.78	7.896	44%	1.33
M-127	3.463	0.281	0.196	3.117	4.923	9.29	0.60	14.19	47.002	10%	3.33
M-128	4.090	0.525	0.368	3.681	6.104	21.67	0.39	3.78	12.722	48%	1.33
M-129	15.749	1.345	0.941	14.174	22.491	21.67	0.39	6.62	24.737	91%	2.33
M-130	6.434	0.523	0.366	5.791	9.149	21.67	0.28	5.20	17.187	53%	1.83
M-131	8.385	0.000	0.000	7.547	10.901	21.67	0.28	4.71	15.070	72%	1.66
M-132	10.722	0.486	0.340	9.650	14.668	21.67	0.28	5.20	16.765	87%	1.83
PLANTA BAJA											
M-001	1.195	0.331	0.174	1.075	2.050	21.67	0.28	3.78	4.465	46%	1.33
M-002	12.890	0.647	0.535	11.601	17.728	21.67	0.39	9.93	20.926	85%	2.33
M-010	1.258	0.229	0.135	1.132	1.978	21.67	0.28	4.26	3.749	53%	1.50
M-011	7.563	0.986	0.584	6.807	11.311	21.67	0.28	8.52	13.074	87%	1.00
M-012	19.283	2.634	1.536	17.355	29.020	21.67	0.28	22.72	30.746	94%	4.00
M-013	19.367	2.821	1.672	17.430	29.409	21.67	0.28	25.56	30.935	95%	4.50
M-014	17.539	2.858	1.696	15.785	27.087	9.286	0.60	17.04	51.32	53%	4.00
M-015	7.725	1.642	0.575	6.953	12.506	21.667	0.39	8.52	13.59	92%	2.00
M-016	8.043	1.217	0.729	7.239	12.282	9.286	0.70	8.52	28.26	43%	2.00
M-017	11.359	1.645	0.980	10.223	17.234	21.667	0.28	19.88	21.06	82%	3.50
M-018	4.277	0.284	0.310	3.849	5.986	21.667	0.28	5.68	6.86	87%	1.00
M-019	5.395	0.019	0.148	4.855	7.041	21.667	0.28	5.68	7.76	91%	1.00
M-020	7.730	0.000	0.000	6.957	10.049	21.667	0.28	4.71	11.30	89%	0.83
M-021	13.013	1.024	0.609	11.712	18.453	21.667	0.28	15.11	21.48	86%	2.66
M-022	4.298	0.352	0.228	3.868	6.115	21.667	0.28	7.55	7.57	81%	1.33

ANALISIS DE CARGAS ACTUANTES EN TRABES

Casa Habitación

M-1 =	0.295	Ton/m ²		PB	N-1	N-2		
M-2 =	0.275	Ton/m ²		CM =	0.421	0.486	0.438	Ton/m ²
Pretil =	0.100	Ton/m		CV =	0.190	0.100	0.100	Ton/m ²
M-3 =	0.455	Ton/m		Cva =	0.100	0.070	0.070	Ton/m ²

Trabe	Tipo	Long. m	A _T m ²	Carga Muerta				Cargas Vivas				Cargas Nominales		
				Losas Ton	Adic Ton	Muros Ton	Equipo Ton	W _{CV-mur} Ton	W _{CVa-mur} Ton	W _{CV-losa} Ton	W _{CVa-losa} Ton	W _{CM} Ton/m	W _{CV} Ton/m	W _{CVa} Ton/m
Nivel 2														
T-201	T-1	1.15	0.935	0.410	-	0.115	0.636	-	-	0.094	0.065	1.010	0.081	0.057
T-202	T-1	1.65	1.342	0.588	-	0.165	0.913	-	-	0.134	0.094	1.010	0.081	0.057
T-203	T-1	1.14	0.842	0.369	-	-	-	-	-	0.084	0.059	0.323	0.074	0.052
T-204	T-1	1.14	0.086	0.037	-	0.114	-	-	-	0.009	0.006	0.133	0.008	0.005
T-210	T-1	1.43	0.815	0.357	-	-	-	-	-	0.082	0.057	0.250	0.057	0.040
T-211	T-1	2.47	1.408	0.617	-	-	-	-	-	0.141	0.099	0.250	0.057	0.040
NIVEL 1														
T-101	T-1	1.65	1.518	0.738	-	0.165	-	-	-	0.152	0.106	0.547	0.092	0.064
T-102	T-1	1.65	1.551	0.754	-	0.165	-	-	-	0.155	0.109	0.557	0.094	0.066
T-103	T-1	1.02	1.438	0.699	-	0.674	-	0.040	0.028	0.144	0.101	1.346	0.180	0.126
T-104	T-1	1.01	1.444	0.702	-	0.674	-	0.040	0.028	0.144	0.101	1.362	0.183	0.128
T-105	T-1	1.05	1.601	0.778	-	-	-	-	-	0.160	0.112	0.741	0.153	0.107
T-106	T-1	1.15	1.716	0.834	-	0.689	-	0.080	0.056	0.172	0.120	1.324	0.219	0.153
T-107	T-1	1.95	1.848	0.898	-	0.195	-	-	-	0.185	0.129	0.561	0.095	0.066
T-108	T-1	2.00	2.188	1.063	-	0.200	-	-	-	0.219	0.153	0.632	0.109	0.077
T-109	T-1	0.45	0.451	0.219	-	0.045	-	-	-	0.045	0.032	0.587	0.100	0.070
T-110	T-1	0.95	1.225	0.595	-	0.479	-	0.117	0.082	0.122	0.086	1.131	0.252	0.177
T-111	T-1	1.15	2.216	1.077	-	-	-	-	-	0.222	0.155	0.937	0.193	0.135
T-112	T-2	3.90	3.126	1.519	0.690	-	-	-	-	0.313	0.219	0.566	0.080	0.056
Planta Baja														
T-001	T-3	4.18	4.672	1.967	-	7.727	-	0.720	0.504	0.888	0.467	2.319	0.385	0.232
T-002	T-1	2.07	2.2033	0.928	-	-	-	-	-	0.419	0.220	0.448	0.202	0.106
T-003	T-3	4.18	8.873	3.736	-	10.402	-	1.099	0.769	1.686	0.887	3.382	0.666	0.396
T-004	T-1	0.95	0.368	0.155	-	-	-	-	-	0.070	0.037	0.163	0.074	0.039
T-005	T-3	2.67	1.435	0.604	-	6.254	-	-0.343	0.388	0.273	0.144	2.569	-0.026	0.199
T-006	T-2	2.72	5.586	2.352	-	4.270	-	0.479	0.335	1.061	0.559	2.434	0.566	0.329
T-007	T-2	1.35	2.772	1.167	-	2.119	-	0.238	0.166	0.527	0.277	2.434	0.566	0.329
T-008	T-2	2.67	3.834	1.614	-	0.719	-	0.092	0.065	0.728	0.383	0.874	0.307	0.168
T-009	T-3	3.09	3.510	1.478	-	3.619	-	0.423	0.296	0.667	0.351	1.649	0.353	0.209
T-010	T-3	3.76	7.047	2.967	-	9.290	-	0.882	0.617	1.339	0.705	3.260	0.591	0.352
T-020	T-1	0.95	0.143	0.060	-	0.385	-	0.030	0.021	0.027	0.014	0.468	0.060	0.037
T-021	T-3	2.65	3.747	1.578	0.690	1.073	-	0.082	0.058	0.712	0.375	1.261	0.300	0.163
T-022	T-3	3.60	6.950	2.926	-	8.245	-	0.704	0.493	1.321	0.695	3.103	0.562	0.330

Proyecto Estructural de una Casa-Habitación de Nivel Medio

Casa Habitación

FC= 1.30 CM

FC= 1.50 CV

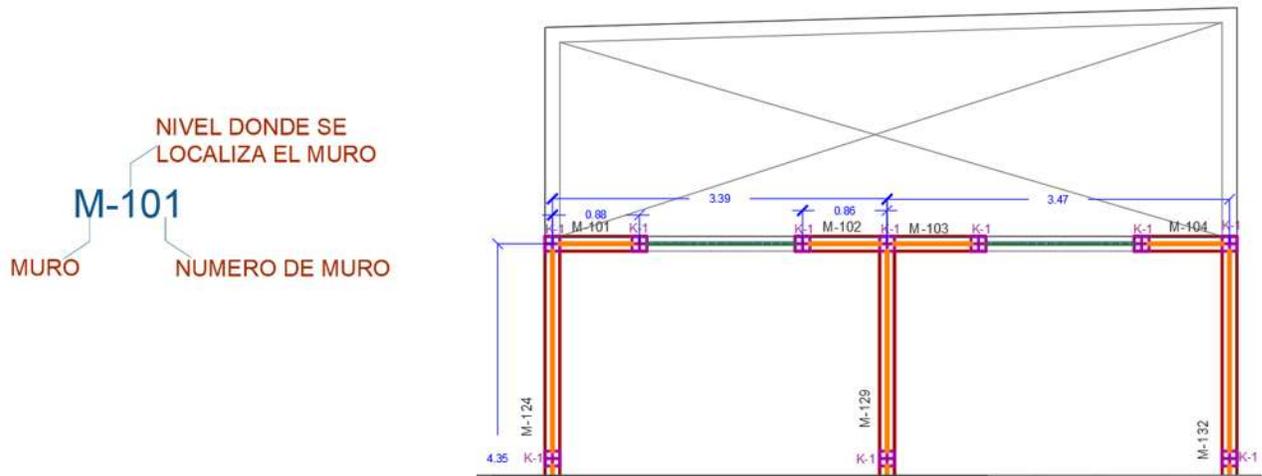
Trabe	Tipo	Long. m	Reacciones R1			Reacciones R2			Cargas Para Diseño			
			R _{CM} Ton	R _{CV} Ton	R _{CVa} Ton	R _{CM} Ton	R _{CV} Ton	R _{CVa} Ton	W _u Ton	V _u Ton	M(-) _u Ton-m	M(+) _u Ton-m
Nivel 2												
T-201	T-1	1.15	0.581	0.047	0.033	0.581	0.047	0.033	1.435	0.825	0.000	0.237
T-202	T-1	1.65	0.833	0.067	0.047	0.833	0.067	0.047	1.435	1.183	0.000	0.488
T-203	T-1	1.14	0.184	0.042	0.029	0.184	0.042	0.029	0.531	0.303	0.000	0.086
T-204	T-1	1.14	0.076	0.004	0.003	0.076	0.004	0.003	0.184	0.105	0.000	0.030
T-210	T-1	1.43	0.0832	0.019	0.0133	0.6348	0.1447	0.1016	0.410	0.446	0.220	0.018
T-211	T-1	2.47	-	-	-	0.2545	0.058	0.0407	0.410	0.596	0.220	0.211
NIVEL 1												
T-101	T-1	1.65	0.451	0.076	0.053	0.451	0.076	0.053	0.849	0.701	0.000	0.289
T-102	T-1	1.65	0.459	0.078	0.054	0.459	0.078	0.054	0.865	0.714	0.000	0.294
T-103	T-1	1.02	0.5505	0.0736	0.0515	1.6476	0.2209	0.1545	2.020	1.234	0.208	0.162
T-104	T-1	1.01	-	-	-	0.5505	0.074	0.0518	2.045	1.239	0.208	0.162
T-105	T-1	1.05	0.389	0.080	0.056	0.389	0.080	0.056	1.192	0.626	0.000	0.164
T-106	T-1	1.15	0.761	0.126	0.088	0.761	0.126	0.088	2.050	1.179	0.000	0.339
T-107	T-1	1.95	0.547	0.092	0.065	0.547	0.092	0.065	0.871	0.849	0.000	0.414
T-108	T-1	2.00	0.632	0.109	0.077	0.632	0.109	0.077	0.985	0.985	0.000	0.493
T-109	T-1	0.45	0.132	0.023	0.016	0.132	0.023	0.016	0.914	0.206	0.000	0.023
T-110	T-1	0.95	0.537	0.120	0.084	0.537	0.120	0.084	1.849	0.878	0.000	0.209
T-111	T-1	1.15	0.539	0.111	0.078	0.539	0.111	0.078	1.507	0.866	0.000	0.249
T-112	T-2	3.90	-0.7113	-0.7417	0.109	0.672	-0.0577	0.109	0.857	2.679	1.769	0.361
Planta Baja												
T-001	T-3	4.18	4.847	0.804	0.486	4.847	0.804	0.486	3.592	7.507	0.000	7.845
T-002	T-1	2.07	5.404	1.069	0.612	0.466	0.21	0.110	0.886	0.921	0.000	0.459
T-003	T-3	4.18	6.051	1.192	0.709	-	-	-	5.396	12.899	6.711	8.625
T-004	T-1	0.95	-0.1673	0.191	0.109	0.077	0.035	0.0184	0.322	0.155	0.000	0.036
T-005	T-3	2.67	3.562	-0.0053	0.276	3.339	-0.0338	0.259	3.300	4.291	0.000	2.789
T-006	T-2	2.72	2.817	0.655	0.381	-	-	-	4.014	6.632	2.792	2.590
T-007	T-2	1.35	-	-	-	-	-	-	4.014	3.614	1.914	0.000
T-008	T-2	2.67	-	-	-	0.9147	0.326	0.1781	1.597	2.473	1.034	0.854
T-009	T-3	3.09	1.266	0.304	0.179	11.011	2.097	1.246	2.673	6.158	6.267	0.808
T-010	T-3	3.76	-	-	-	5.076	0.913	0.544	5.124	11.301	6.267	6.138
T-020	T-1	0.95	-	-	-	3.562	-0.0053	0.276	0.698	0.332	0.000	0.079
T-021	T-3	2.65	-0.2332	0.175	0.099	-	-	-	2.089	4.317	4.458	0.000
T-022	T-3	3.60	-	-	-	5.404	1.0688	0.6119	4.877	9.850	3.857	5.972

5.2.- Muros

Los muros son elementos verticales, donde el espesor es bastante menor al resto de las de las dimensiones. En general los muros pueden ser exteriores o interiores si soporta cargas se clasifican en muros de cargas y si no divisorios.

Para identificar los muros de carga se les dio una nomenclatura que consiste en indicar primero que es muro con una "M" seguido del nivel en donde se encuentra y después el número de muro que corresponde empezando a numerarlos primero los horizontales de arriba para abajo y en seguida los verticales de izquierda a derecha.

Ejemplo:



5.2.1.-CALCULO DE PESO DE MUROS

En este caso se proyectan tres tipos de muros de carga:

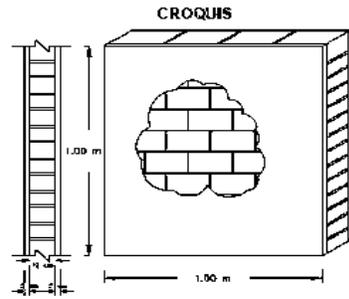
1. El primer tipo de muro es el que se emplea en la parte de las fachadas (frontal y posterior) ya que por su acabado tiene mortero en la parte de fachada y yeso en la parte interior de la casa.

ANÁLISIS DE MURO M-1

MURO 15 cm

Tabique de barro rojo recocido de 6x12x24 con recubrimiento de mortero en una cara y yeso en la otra.

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOL. (Ton/m3)	CARGA (Ton/m2)
Yeso	0.02	1.1	0.022
Tabique	0.12	1.5	0.18
Mortero	0.02	2.1	0.042
			0.244
Peso de juntas			0.051
			0.295



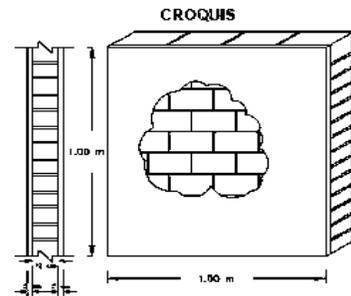
2. Otro tipo de muro es el que se emplea en la parte interior de la casa por lo que lleva yeso en ambas caras de muro.

ANÁLISIS DE MURO M-2

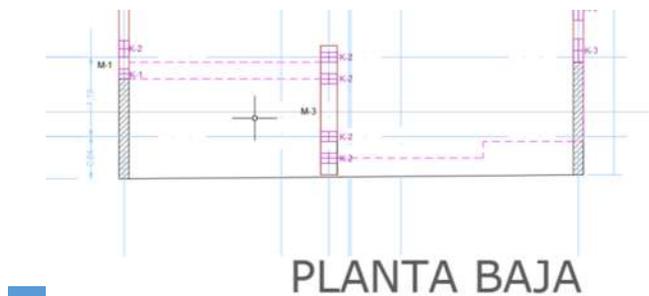
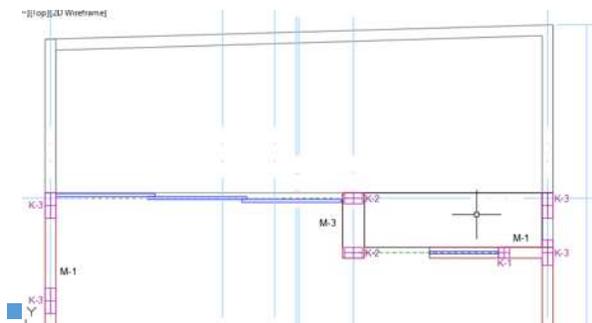
MURO 15 cm

Tabique de barro rojo recocido de 6x12x24 con recubrimiento de yeso en ambas caras.

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOL. (Ton/m3)	CARGA (Ton/m2)
Yeso	0.04	1.1	0.044
Tabique	0.12	1.5	0.18
			0.224
Peso de juntas			0.051
			0.275



3. El siguiente tipo de muro es el empleado en elementos que por su dimensión hace que el muro cambie de espesor el tabique es colocado de canto y va ubicado en esta parte de la casa:



PLANTA BAJA

ANÁLISIS DE MURO M-3			
MURO 28 cm			
Tabique de barro rojo recocido de 6x12x24 con recubrimiento de yeso en ambas caras.			
MATERIAL	ESPESOR	PESO VOL. (Ton/m ³)	CARGA (Ton/m ²)
Yeso	0.04	1.1	0.044
Tabique	0.24	1.5	0.36
			0.404
Peso de juntas			0.051
			0.455

5.3.- Castillos

Son elementos estructurales que sirven como refuerzo vertical para darle confinamiento a los muros. Según las NTC-2017 los castillos y dalas deben cumplir con las siguientes indicaciones del reglamento:

- Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que $1.5H$ ni 4 m. Los pretilos o parapetos deberán tener castillos con una separación no mayor que 4 m.
- Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm (figura 5.1.2). Aun en este caso, se deberá colocar refuerzo longitudinal y transversal como lo establecen los incisos 5.1.1.e y 5.1.1.g. Además, existirán dalas en el interior del muro a una separación no mayor que 3 m y en la parte superior de pretilos o parapetos cuya altura sea superior a 500 mm.
- Los castillos y dalas tendrán como dimensión mínima el espesor de la mampostería del muro, t . En el caso de los castillos, la dimensión paralela al muro no será menor que 150 mm.

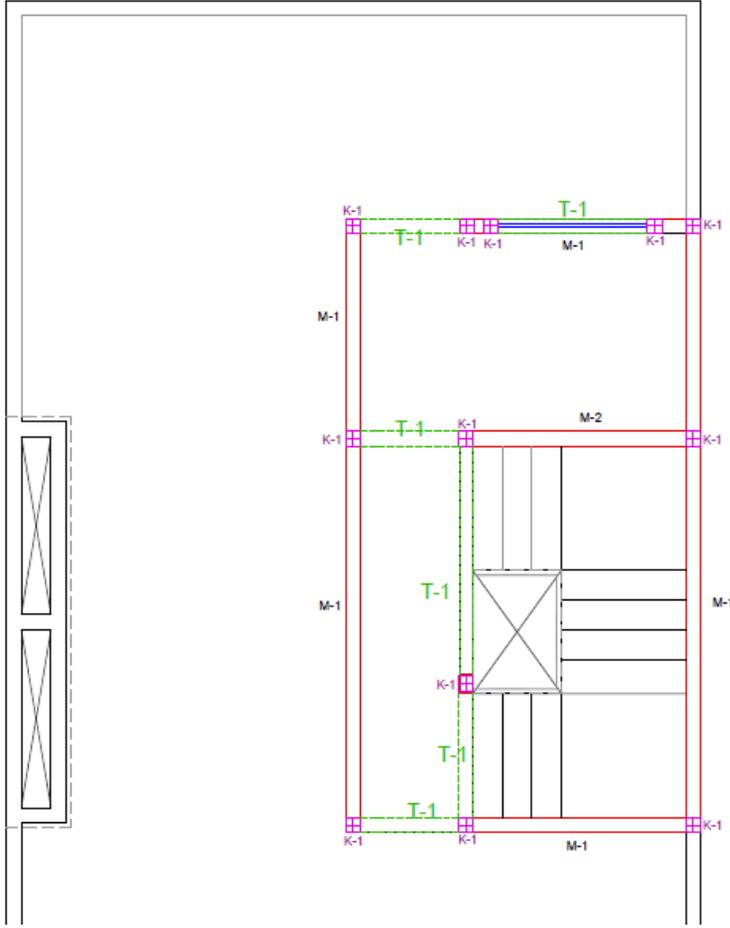
- d) El concreto de castillos y dala de muros interiores y exteriores en ambientes no agresivos tendrá una resistencia a compresión, f_c' , no menor que 15 MPa (150 kg/cm²).
- e) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala deberá dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, estará formado por lo menos de cuatro barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la ecuación 5.1.1:

$$A_s = 0.2 \frac{f_c'}{f_y} b_c h_c \quad (5.1.1)$$

donde A_s es el área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en el castillo o en la dala, h_c es la dimensión del castillo o dala en el plano del muro y b_c la dimensión perpendicular al plano del muro.

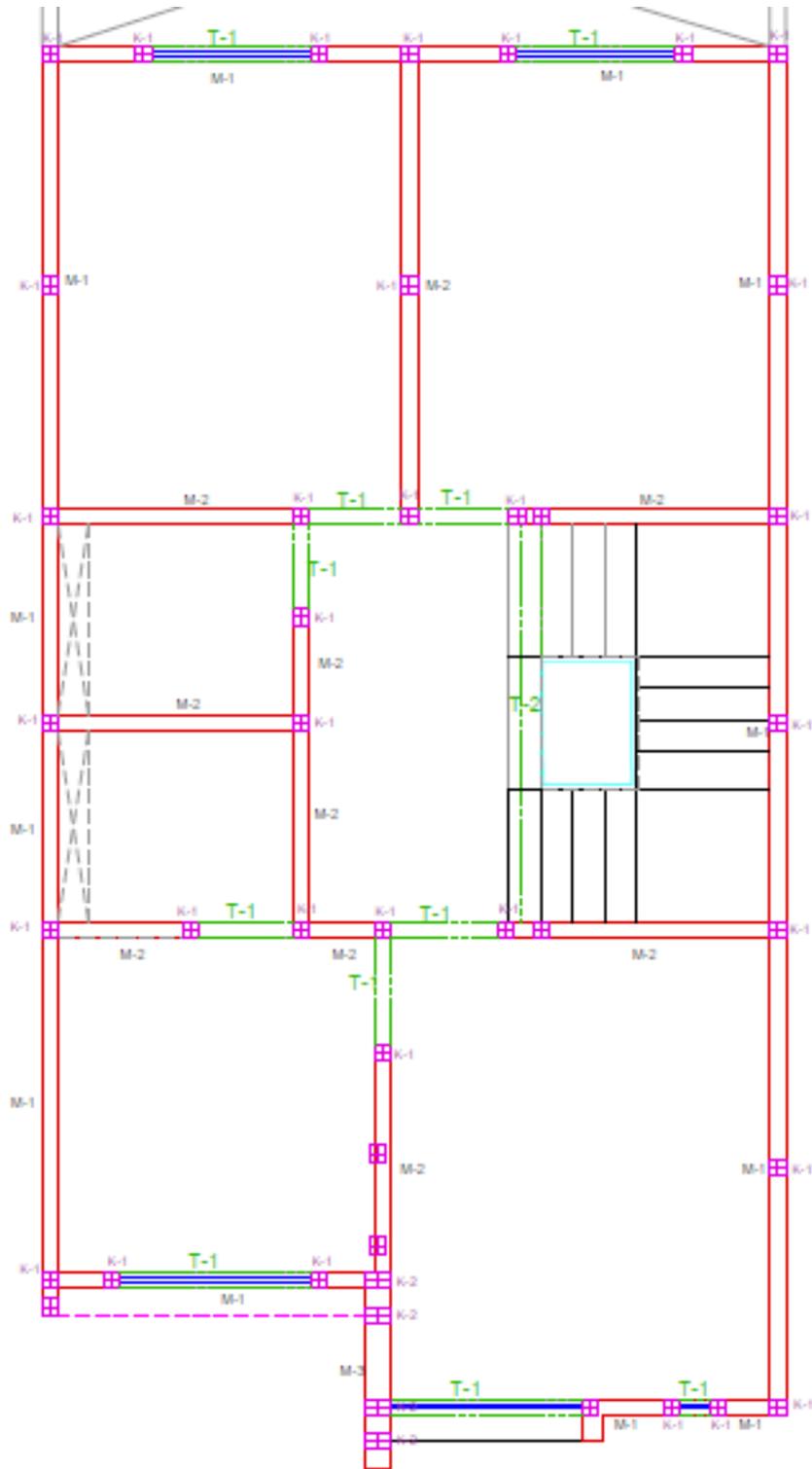
- f) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala estará anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.
- g) Los castillos y dalas estarán reforzados transversal-mente por estribos cerrados y con un área, A_{sc} , al menos igual a la calculada con la ecuación 5.1.2:

$$A_{sc} = \frac{10000s}{f_y h_c} \quad \left(A_{sc} = \frac{1000s}{f_y h_c} \right) \quad (5.1.2)$$

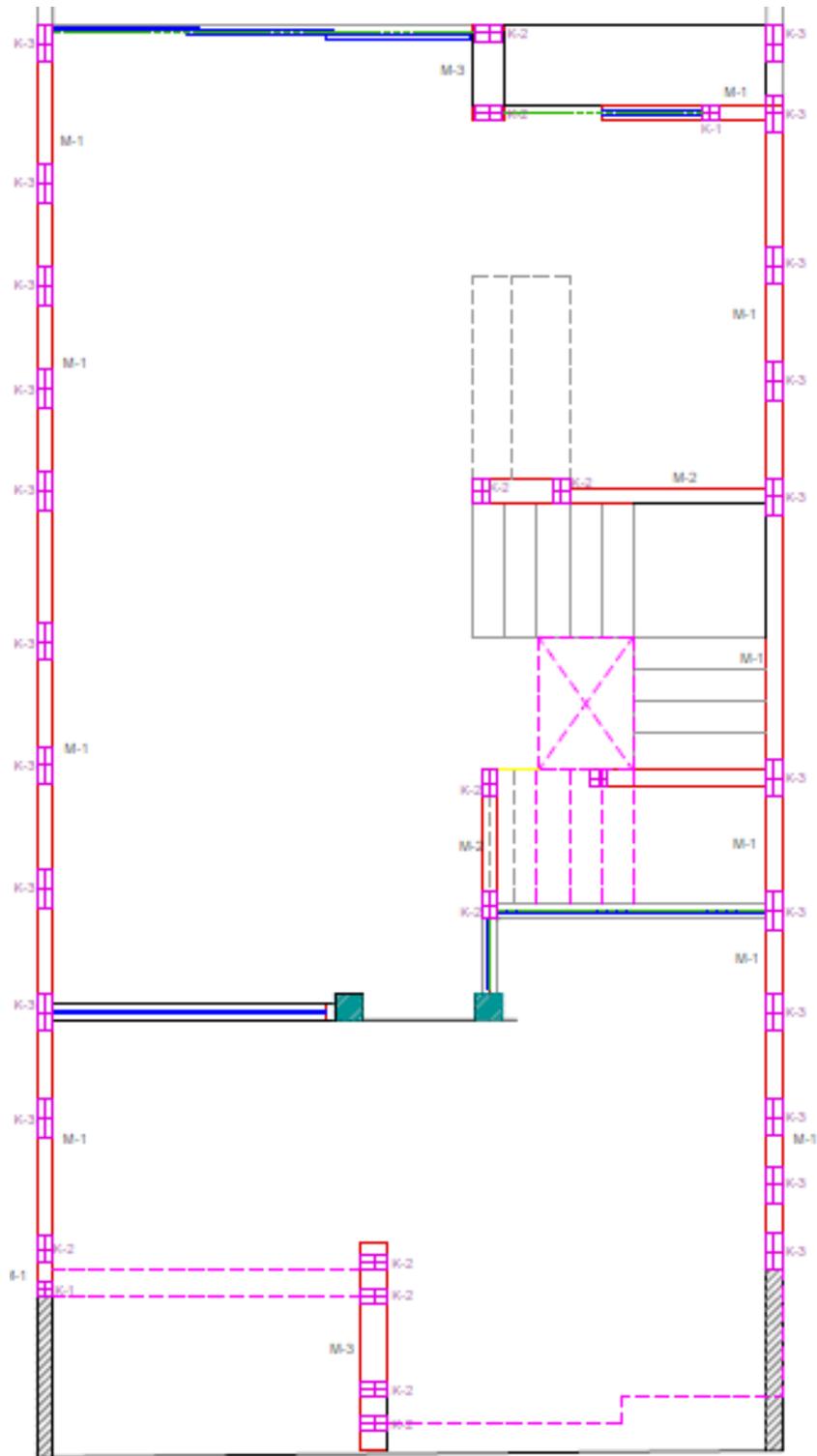


SEGUNDO NIVEL.

LOCALIZACION DE CASTILLOS EN



LOCALIZACION DE CASTILLOS EN PRIMER NIVEL.

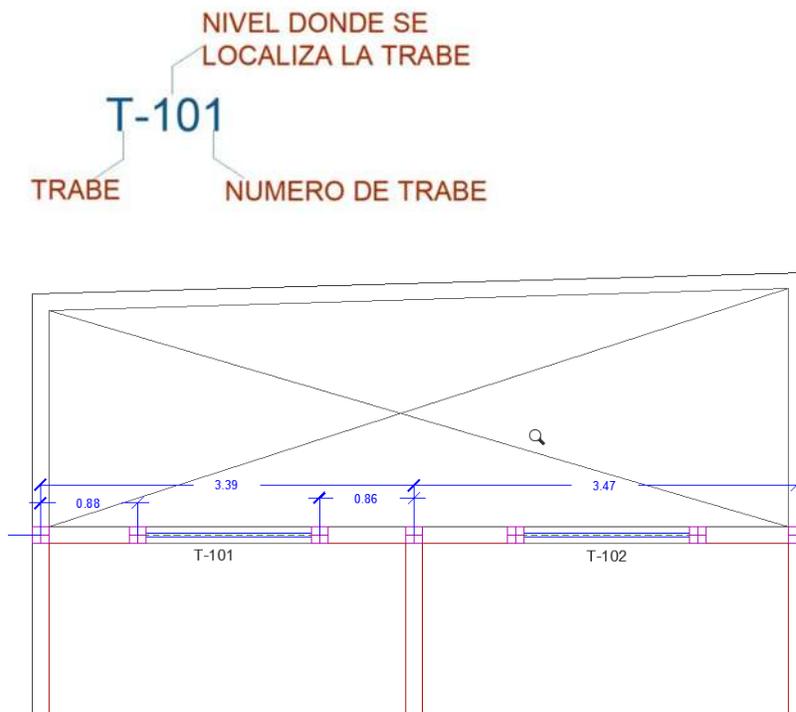


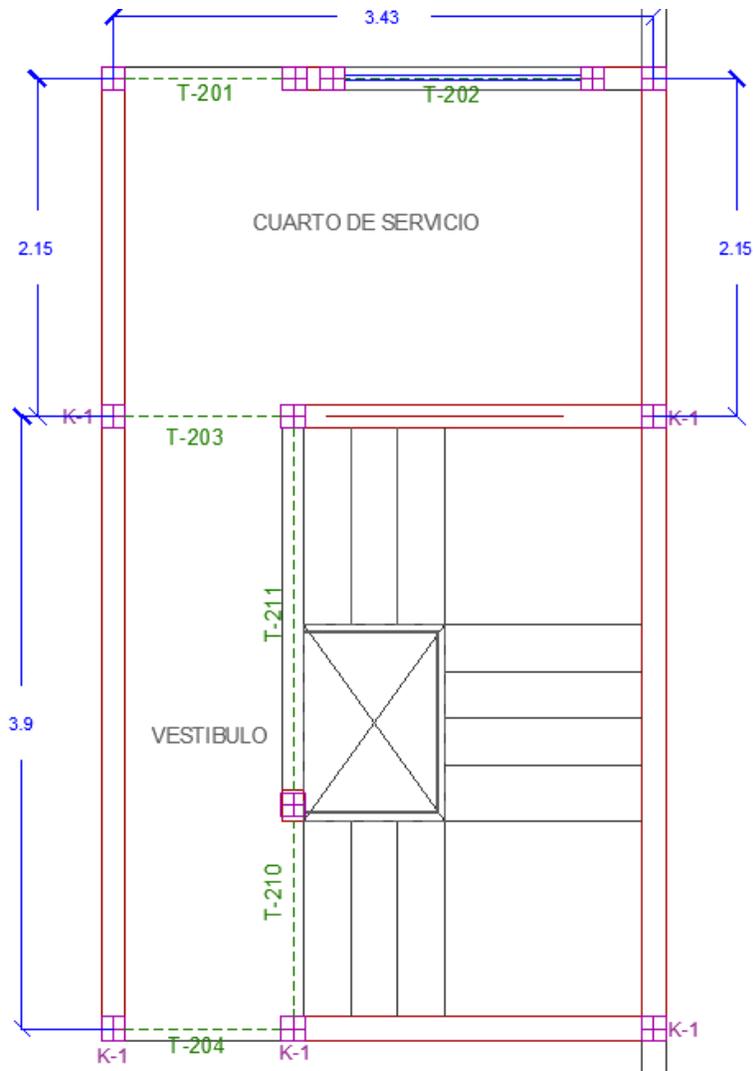
LOCALIZACION DE CASTILLOS EN PLANTA BAJA.

5.4.- TRABES

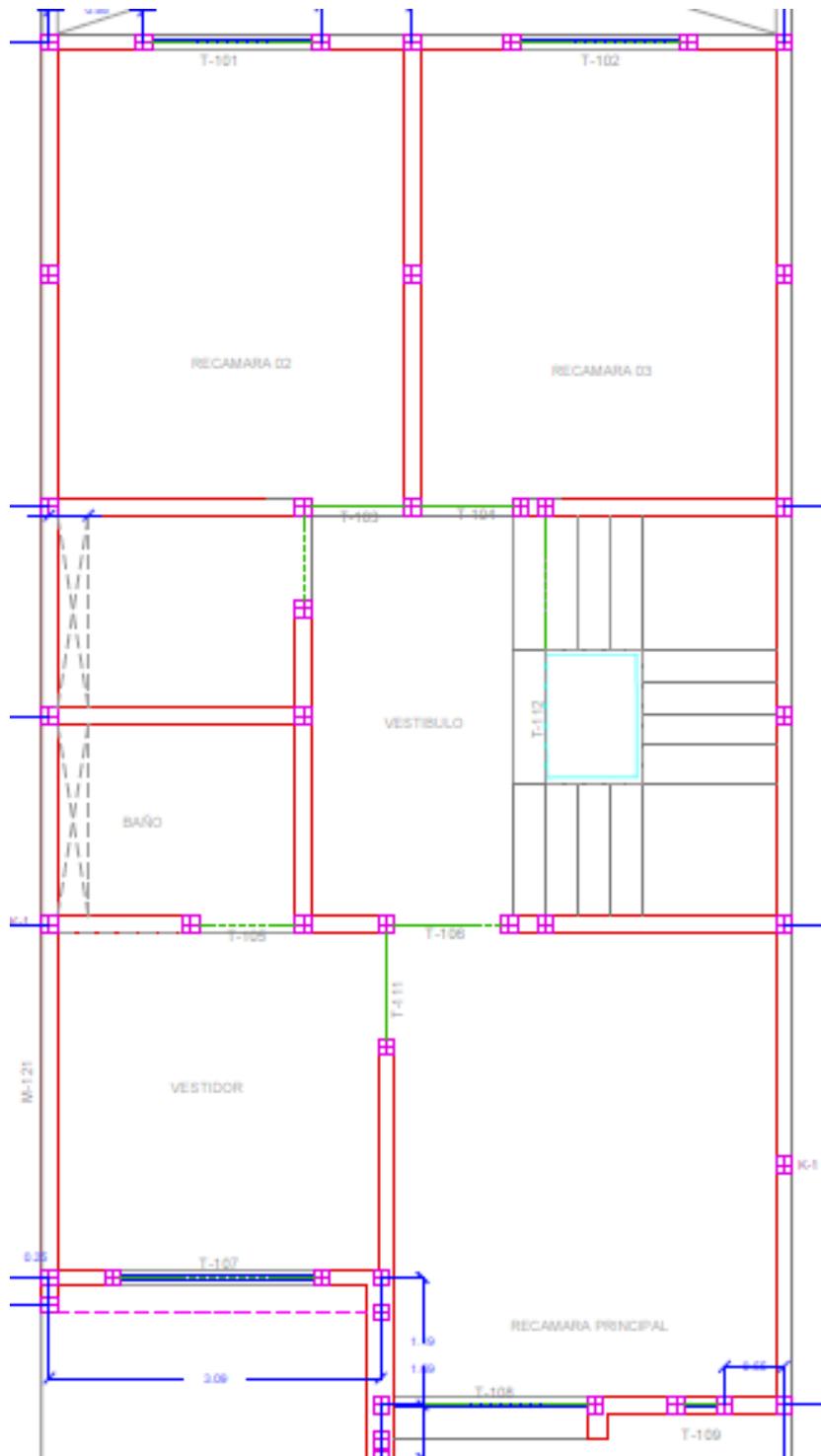
Son elementos estructurales horizontales cuya función principal es soportar las losas de azotea y losas de entrepiso, se apoyan generalmente en muros o columnas.

Para la nomenclatura de las traves se utilizó el mismo tipo que el de muros solo que en este caso en lugar de llevar una "M" llevara una "T", como se muestra a continuación:



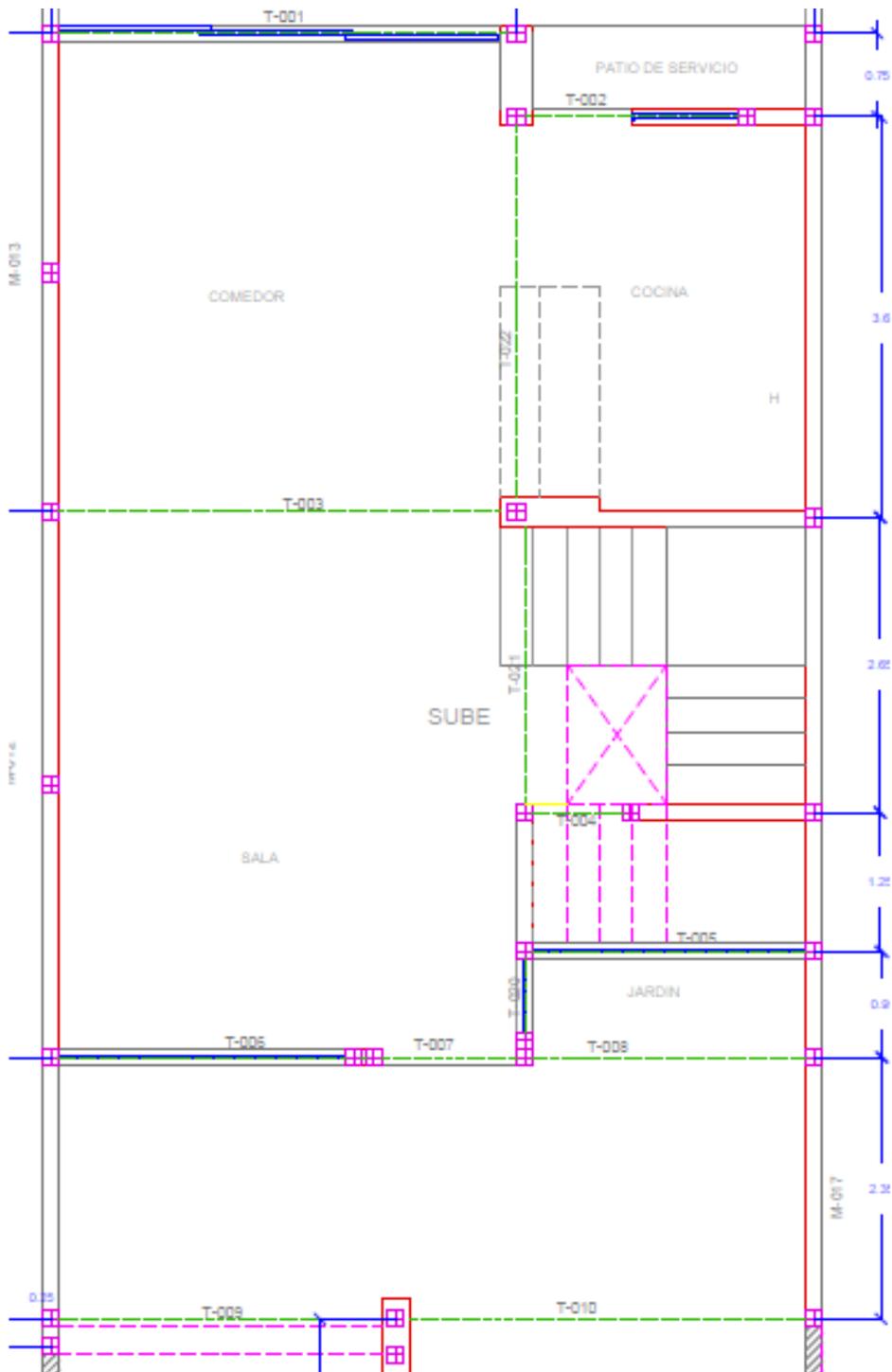


LOCALIZACION DE TRABES EN SEGUNDO NIVEL.



LOCALIZACION DE TRABES EN PRIMER NIVEL.

Proyecto Estructural de una Casa-Habitación de Nivel Medio



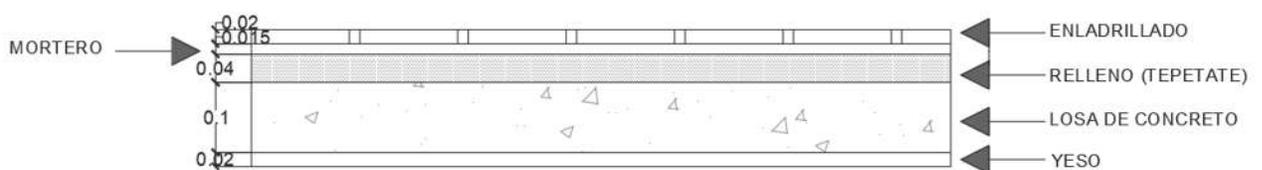
LOCALIZACION DE TRABES EN PLANTA BAJA.

5.5.- LOSAS

Las losas son elementos horizontales que se caracterizan por tener un espesor que es bastante menor que el resto de sus dimensiones. Están sometidas principalmente a esfuerzos de flexión. Existen losas que dependiendo de cómo las cargas se distribuyen en los apoyos (que pueden ser trabes o muros de carga) las cuales se conocen como losas en una dirección, si las cargas que obran sobre estas losas se dirigen en una dirección únicamente la cual por lo general es la longitud más corta (losas de vigueta y bovedilla) y losas en dos direcciones, las cuales las cargas se dirigen en la longitud corta como en la longitud larga (losa maciza o losa reticular).

Para este proyecto de casa habitación se proyectó losas en dos direcciones conformándose en el nivel 3 una losa maciza de 10 cm de espesor, en el segundo nivel una losa maciza de 12 cm de espesor y en la planta baja se proyectó una losa reticular de 25 cm de espesor.

Análisis de cargas actuantes en losa maciza de Nivel 2.



Cargas vivas

Uso: Casa-Habitación.

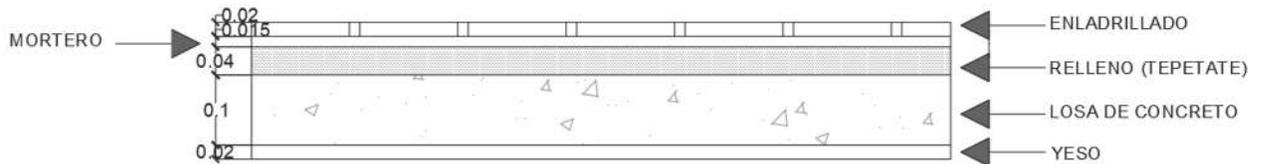
Cv: 0.100 ton/m²

Cva: 0.070 ton/m²

Proyecto Estructural de una Casa-Habitación de Nivel Medio

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	CARGA (Ton/m ²)
Enladrillado	----	----	0.040
Mortero Cemento-Arena	0.015	2.1	0.0315
Relleno (Tepetate)	0.04	1.6	0.064
Losa de concreto	0.1	2.4	0.24
Yeso	0.02	1.1	0.022
			0.398
Losas coladas en sitio (NTC 2017)			+0.040 Ton/m ²
			0.438 Ton/m ²

Análisis de cargas actuantes en losa maciza de Nivel 1.



Cargas vivas

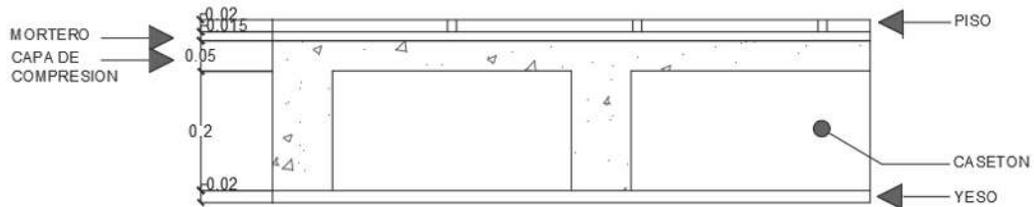
Uso: Casa-Habitación.

Cv: 0.100 ton/m²

Cva: 0.070 ton/m²

MATERIAL	ESPESOR	PESO VOLUMETRICO	CARGA (Ton/m ²)
Enladrillado	----	----	0.040
Mortero Cemento-Arena	0.015	2.1	0.0315
Relleno (Tepetate)	0.04	1.6	0.064
Losa de concreto	0.12	2.4	0.288
Yeso	0.02	1.1	0.022
			0.446
Losas coladas en sitio (NTC 2017)			+0.040 Ton/m ²
			0.486 Ton/m ²

Análisis de cargas actuantes en losa reticular de Planta Baja.



Cargas vivas

Uso: Casa-Habitación.

Cv: 0.190 ton/m²

Cva: 0.100 ton/m²

MATERIAL	ESPEJOR	PESO VOLUMETRICO	CARGA (Ton/m ²)
Mosaico de pasta	-----	-----	0.035
Mortero Cemento-Arena	0.015	2.1	0.032
Losa de concreto	0.122	2.4	0.293
Yeso	0.02	1.1	0.022
			<u>0.381</u>
		Losas coladas en sitio (NTC 2017)	+0.040 Ton/m ²
			0.421 Ton/m ²

6.- CÁLCULO Y DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Como se mencionó anteriormente todos los cálculos para el diseño se realizan tomando en cuenta el reglamento de construcción de las normas técnicas complementarias de la ciudad de México (NTC-2017). Para la revisión de la estructura por sismo se hace tomando en cuenta el manual de diseño sísmico de la comisión federal de electricidad (CFE 2015) y utilizando de apoyo el programa PRODICIS.

6.1.- DISEÑO DE LOSAS.

Para este proyecto de casa-habitación se cuenta con dos tipos de losas, losas macizas en el nivel 1 y 2 de la casa de diferentes espesores y también se cuenta con losa reticular en planta baja puesto que en ese piso no se cuenta con gran cantidad de muros en la parte intermedia de la planta baja y además hay claros muy largos por lo que se optó por utilizar este tipo de losa.

Análisis losa maciza del nivel 2.

Para el análisis y diseño de las losas macizas se utilizó el método de coeficientes de momentos flexionantes de las NTC-2017, donde para utilizar este método es necesario cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Los tableros son aproximadamente rectangulares;
- b) La distribución de las cargas es aproximadamente uniforme en cada tablero;
- c) Los momentos flexionantes negativos en el apoyo común de dos tableros adyacentes difieren entre sí en una cantidad no mayor que 50 por ciento del menor de ellos; y
- d) La relación entre carga viva y muerta no es mayor de 2.5 para losas monolíticas con sus apoyos, ni mayor de 1.5 en otros casos. Para valores intermedios de la relación, m , entre el claro corto, a_1 , y el claro largo, a_2 , se interpolará linealmente.

Como nuestras losas si cuentan con los requisitos citados anteriormente podemos continuar con el método, donde lo que sigue es identificar el perímetro con el que cuenta el tablero de losa, que se está diseñando, que en algunos casos se

multiplica por un factor si es una losa monolítica, posteriormente se identifica las cargas que se encuentran en el tablero de losa, después se identifican los diferentes coeficientes que se utilizaran para calcular los momentos que en esa franja de losa actuaran, la tabla de coeficientes es la que se muestra a continuación:

Tablero	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo, $m = a_1/a_2$													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I ²	II ²	I	II										
<i>Interior</i> Todos los bordes continuos	Negativo en bordes interiores	en corto	998	1018	553	565	489	498	432	438	381	387	333	338	288	292
		en largo	516	544	409	431	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292
	Positivo	en corto	630	668	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130
		en largo	175	181	139	144	134	139	130	135	128	133	127	131	126	130
<i>De borde</i> Un lado corto discontinuo	Negativo en bordes interiores	en corto	998	1018	568	594	506	533	451	478	403	431	357	388	315	346
		en largo	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	341	297	311
	Positivo	en largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
		en corto	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133	144
			179	187	142	149	137	143	133	140	131	137	129	136	129	135

De borde Un lado largo discontinuo	Negativo	en	corto	1060	1143	583	624	514	548	453	481	397	420	346	364	297	311
	bordes interiores		largo	587	687	465	545	442	513	411	470	379	426	347	384	315	346
	Negativo	en	corto	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0
De esquina Dos lados adyacentes discontinuos	bordes interiores		largo	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129	135
	discontinuos		largo	185	200	147	158	142	153	138	149	135	146	134	145	133	144
	Positivo		largo	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129	135
De esquina Dos lados adyacentes discontinuos	Negativo	en	corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
	bordes interiores		largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
	discontinuos		largo	751	912	358	416	306	354	259	298	216	247	176	199	137	153
Extremo Tres bordes discontinuos un lado largo continuo	Positivo		largo	191	212	152	168	146	163	142	158	140	156	138	154	137	153
	Negativo	en	corto	1060	1143	970	1070	890	1010	810	940	730	870	650	790	570	710
	borde continuo		largo	651	0	370	0	340	0	310	0	280	0	250	0	220	0
Extremo Tres bordes discontinuos un lado corto continuo	Negativo	en	corto	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0
	bordes discontinuos		largo	751	912	730	800	670	760	610	710	550	650	490	600	430	540
	continuo		largo	185	200	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520
Extremo Tres bordes discontinuos un lado corto continuo	Positivo		largo	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710
	Negativo	en	corto	570	0	480	0	420	0	370	0	310	0	270	0	220	0
	borde discontinuo		largo	330	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0
Aislado Cuatro lados discontinuos	Positivo		largo	1100	1670	960	1060	840	950	730	850	620	740	540	660	430	520
	Negativo	en	corto	200	250	430	540	430	540	430	540	430	540	430	540	430	540
	bordes discontinuos		largo	570	0	550	0	530	0	470	0	430	0	380	0	330	0
Aislado Cuatro lados discontinuos	discontinuos		largo	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0
	Positivo		largo	1100	1670	830	1380	800	1330	720	1190	640	1070	570	950	500	830
			largo	200	250	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830

¹ Para las franjas extremas (ver sección 7.5.1.2) los coeficientes se multiplicarán por 0.60.

² Caso I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos.

³ Caso II. Losa no colada monolíticamente con sus apoyos.

Los coeficientes multiplicados por $10^{-4} w a_l^2$, dan momentos flexionantes por unidad de ancho; si w está en kN/m^2 (en kg/m^2) y a_l en m, el momento tiene unidades de kN-m/m (kg-m/m).

Para el caso I, a_1 y a_2 pueden tomarse como los claros libres entre paños de vigas.

Para el caso II, a_1 y a_2 se tomarán como los claros entre ejes, pero sin exceder del claro libre más dos veces el espesor de la losa.

Posteriormente se procede a calcular el área de acero que habrá en la franja de losa y la separación de acero que habrá. Por último se revisa si el acero que habrá es suficiente para resistir el momento que actúa sobre la losa.

Proyecto Estructural de una Casa-Habitación de Nivel Medio

ANÁLISIS DE LOSA No. C-1

DATOS

Perimetro=	13.09 m
d=	8 cm
H=	11 cm
rec=	1.5 cm

El perímetro se incrementa en 25% los lados discontinuos en caso de ser losa colada monolíticamente, en caso contrario en 50%.



CONCRETO CLASE 1

F'c=	250 kg/cm ²
Fy=	4200 kg/cm ²
Fs=	2520 kg/cm ²

$$d_{min} = \frac{\text{perimetro} [0.032 \cdot \sqrt{f_s} \cdot W_{serv}]}{f_c}$$

dmin= 0.068m

CARGA DE SERVICIO

Wcm=	438 kg/m ²
Wcv=	100 kg/m ²
Weq, muro=	601 kg/m ²
Wserv=	1139 kg/m ²

$$W_{eq,muro} = \frac{\alpha_1 P m_1 + \alpha_2 P m_2}{A \text{ losa}}$$

$$W_{serv} = W_{cm} + W_{cv} + W_{eq,muro}$$

COEFICIENTES DE MOMENTO FLEXIONANTES

$$m = \frac{a_1}{a_2}$$

m= 0.62

$$M_{serv} = coef x 10^{-4} (W_u) \cdot a_1^2$$

$$W_u = 1.3(W_{cm} + W_{eq,muro}) + 1.5(W_{cv} + W_{eq,muro})$$

Tablero	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo. m = a ₁ /a ₂															
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0			
			I ²	II ³	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
Extremo Tres bordes discontinuos en lado largo	Negativo	en corto	1060	1143	970	1070	890	1010	810	940	730	870	650	790	570	710		
	continuo	en largo	651	0	370	0	340	0	310	0	280	0	250	0	220	0		
en lado largo continuo	Negativo	en corto	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0		
	continuo	en largo	751	912	730	800	670	760	610	710	550	650	490	600	430	540		
	Positivo	en corto	185	200	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520		
		en largo																

$$S = \frac{b a_0}{A_s}$$

Momento Ultimo kg*m	As (cm ²)	As temp (cm ²)	S nec (cm)	S temp (cm)
claro cto M(-)	970.42	3.348	1.43	49.65
claro cto M(+)	730.59	-	1.43	49.65
claro lgo M(-)	244.27	-	1.43	49.65
claro lgo M(+)	477.44	-	1.43	49.65

$$S_{max} = \begin{cases} 50 \text{ cm} \\ 3.5 H \end{cases}$$

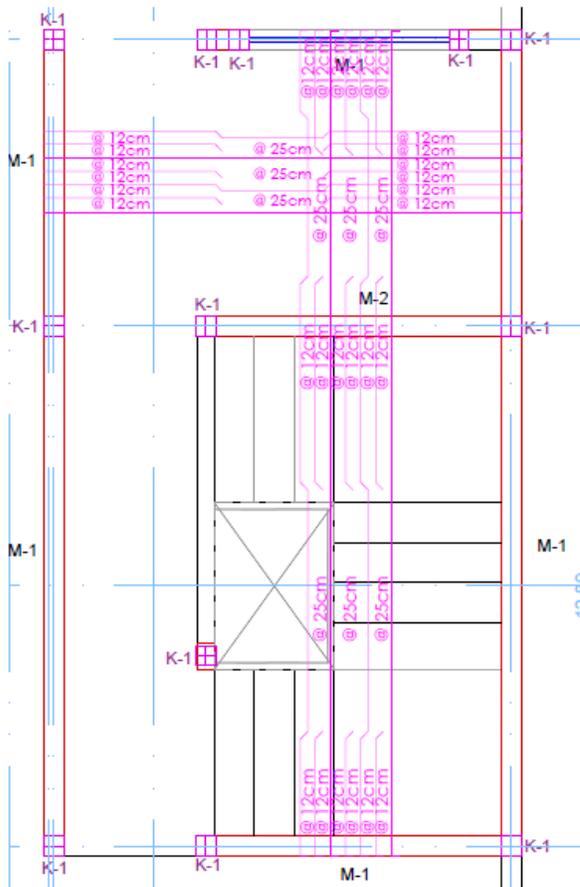
ARMADO DE LOSA MACIZA No. C-1

Vars No.	3
Separacion de acero=	20cm
d=	8 cm > dmin OK
H=	10 cm
rec=	1.5 cm

$$M_R = Fr \cdot f_y \cdot A_s \cdot d \cdot \left[1 - \frac{A_s \cdot f_y}{2 \cdot b \cdot d \cdot f'_c} \right]$$

Mr= 1026.44 kg.m > Mu OK

Análisis de armado de losa maciza en nivel 2 de la casa-habitación.



Armado de losa maciza del nivel 2

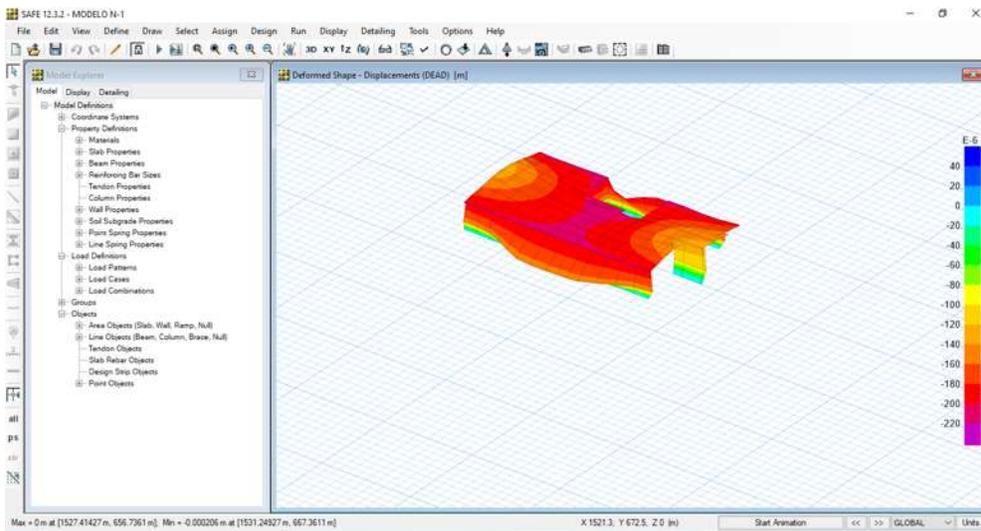
Análisis de losa maciza nivel 1.

Para el análisis de la losa maciza del nivel 1 de la casa se empleó el mismo procedimiento solo que además la losa se modelo en el programa SAFE para localizar el punto donde la losa tiene su mayor valor de momento y cortante para si es necesario reforzar ese punto de la losa.

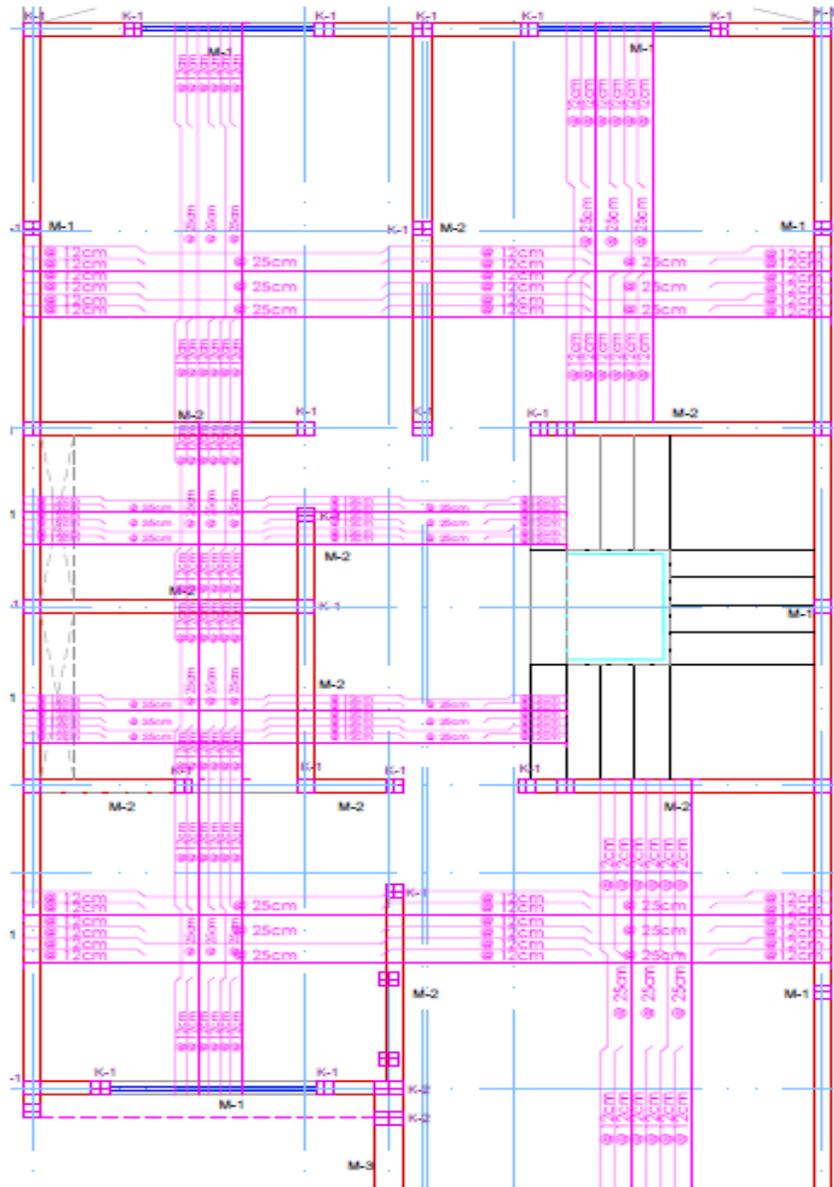
Proyecto Estructural de una Casa-Habitación de Nivel Medio



Programa SAFE



Modelado de nivel 1 de la casa habitación en el programa SAFE.



Armado de losa maciza del

nivel 1.

Proyecto Estructural de una Casa-Habitación de Nivel Medio

ANÁLISIS DE LOSA No. B-2

DATOS

Perimetro=	17.59 m
d=	8 cm
H=	12 cm
rec=	1.5 cm

El perimetro se incrementa en 25% los lados discontinuos en caso de ser losa colada monoliticamente, en caso contrario en 50%.



CONCRETO CLASE 1

F'c=	250 kg/cm ²
Fy=	4200 kg/cm ²
Fs=	2520 kg/cm ²

$$d_{min} = \frac{\text{perimetro} [0.032 \cdot \sqrt{f_s \cdot W_{serv}}]}{f_c}$$

dmin= 0.07 m

CARGA DE SERVICIO

Wcm=	486 kg/m ²
Wcv=	100 kg/m ²
Weq, muro=	338 kg/m ²
Wserv=	924 kg/m ²

$$W_{eq,muro} = \frac{\alpha_1 P m_1 + \alpha_2 P m_2}{A losa}$$

$$W_{serv} = W_{cm} + W_{cv} + W_{eq,muro}$$

COEFICIENTES DE MOMENTO FLEXIONANTES

$$m = \frac{a_1}{a_2}$$

m = 0.79

$$M_{serv} = coef \cdot 10^{-4} (W_u) \cdot a_1^2$$

$$W_u = 1.3(W_{cm} + W_{eq,muro}) + 1.5(W_{cv} + W_{eq,muro})$$

Tablero	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo, m = a1/a2													
			0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0			
De esquina Dos lados adyacentes discontinuos	Negativo	cu corto	1060	1143	598	653	530	582	471	520	419	464	371	412	324	364
		bordes largo	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	360	410	324	364
	Negativo	cu corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
		borde largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
Positivo	cu corto	751	912	358	416	306	354	259	298	216	247	176	199	137	153	
	borde largo	191	212	152	168	146	163	142	158	140	156	138	154	137	153	

$$S = \frac{b a_0}{A_s}$$

Momento Ultimo kg·m	As (cm ²)	As temp (cm ²)	S nec (cm)	S temp (cm)	
claro cto M(-)	871.9	2.36	1.68	30	42.26
claro cto M(+)	449.47	-	1.68	-	42.26
claro lgo M(-)	819.88	-	1.68	-	42.26
claro lgo M(+)	291.32	-	1.68	-	42.26

$$S_{max} = \begin{cases} 50 \text{ cm} \\ 3.5 H \end{cases}$$

ARMADO DE LOSA MACIZA No. B-2

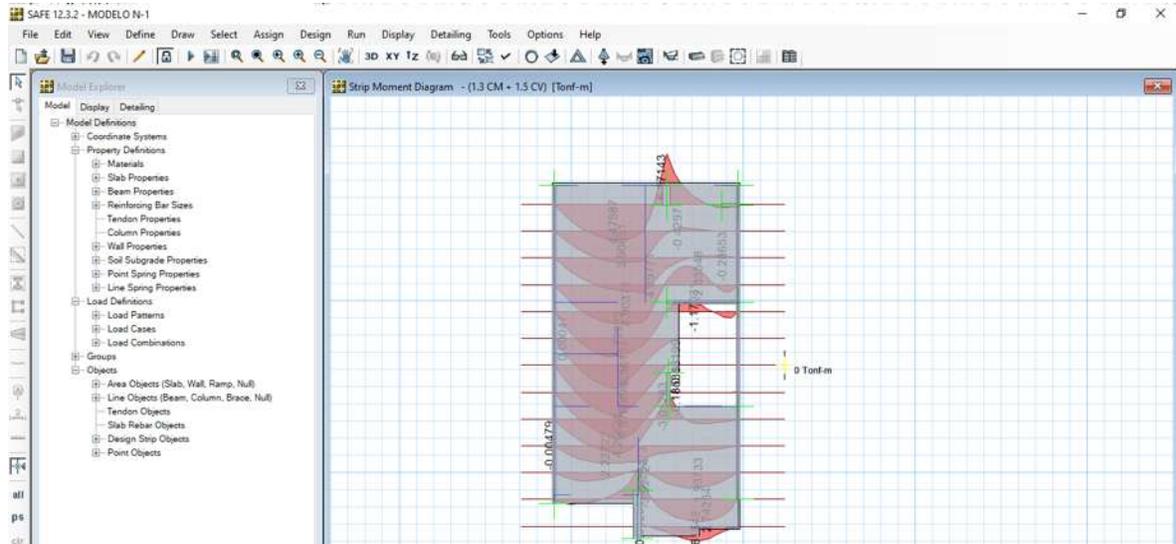
Vars No.	4
Separacion de acero=	30 cm
d=	10 cm > dmin OK
H=	12 cm
rec=	1.5 cm

$$M_R = Fr \cdot f_y \cdot A_s \cdot d \cdot \left[1 - \frac{A_s \cdot f_y}{2 \cdot b \cdot d \cdot f'_c} \right]$$

Mr= 1532 > Mu OK

Análisis de armado de losa maciza en nivel 1 de la casa-habitación.

Para la losa reticular que se emplea en la planta baja de este proyecto el método fue diferente al de las losas macizas puesto que para este tipo de losa primero se modeló la losa en SAFE y se obtuvieron los datos de momento en "X" y momento en "Y" además de calcular el cortante para poder calcular las nervaduras de la losa.



Modelado de losa de Planta Baja del proyecto en el programa SAFE.

Las nervaduras de la losa se calcularon utilizando las fórmulas de diseño de las trabes de las NTC-2017.

$$M_R = F_R b d^2 f_c'' q (1 - 0.5q)$$

$$F_R b d^2 f_c'' q (1 - 0.5q) - M_R = 0$$

$$A_s = \rho b d \quad \rho = \frac{q \cdot f_c''}{f_y}$$

$$f_c'' = 0.8 f_c' \quad \rho_{\min} = \frac{0.7 \sqrt{f_c' c}}{f_y} \quad \rho_{\text{bal}} = \frac{f_c'' c}{f_y} \cdot \frac{6000 \cdot \beta_1}{6000 + f_y}$$

$$a_{s1} = \frac{660 \cdot x_1}{f_y (x_1 + 100)}$$

$$V_{cr} = F_R b d (0.2 + 20\rho) \sqrt{f_c''}$$

$$V_{cr} = 0.5 F_R b d \sqrt{f_c''}$$

$$V_{sR} = V_u - V_{cr}$$

$$s = \frac{F_R A_s f_y d (\sin \theta + \cos \theta)}{V_{sR}}$$

$$A_{v,\min} = 0.25 \sqrt{f_c''} \frac{b s}{f_y}$$

DISEÑO DE TRABES DE CONCRETO REFORZADO

Nervadura N-1

Datos

CARGA			GEOMETRÍA					
M* =	8.625	Ton-m	Mu* =	8.625	Ton-m	d =	31.58	cm
M* =	6.711	Ton-m	Mu* =	6.711	Ton-m	rec =	3.43	cm
V =	12.899	Ton	Vu =	12.899	Ton	H =	35.0	cm
						b =	25.0	cm
						L =	4.18	m
Fac. de carga F.C. =	1.0		FR =	0.9	para flexión			
Acero de ref. fy =	4200	kg/cm ²	FR =	0.75	para Cortante			
Concreto fc =	250	kg/cm ²				Zona sísmica (si o no)	<u>si</u>	

Constantes

f'c =	212.5	kg/cm ²	β ₁ =	0.85	ρ _{min} =	0.0026	AS _{min} =	2.08	cm ²
			ρ _{bal} =	0.0253	ρ _{max} =	0.0190	AS _{max} =	14.98	cm ²

Acero por temperatura

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
2	3	0.953	0.713	1.425
0	0	0.000	0.000	0.000
				AS _{Total} = 1.425

x₁ = 25.00 cm
 a_{s1} = 0.031 cm²/cm

AS_{Tem} = **0.79** cm² **OK**

Diseño por flexión momento positivo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s (cm ²)
4	5	1.59	1.98	7.917
4	5	1.59	1.98	7.917
0	0	0.00	0.00	0.000
				AS _{Total} = 15.835

ρ_{nec} = 0.0910 (Por Resistencia)
 AS_{nec} = **71.84** cm²
Rige Acero Maximo

OK 95%
 AS_{req} = **14.977** cm²

Diseño por flexión momento negativo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
4	5	1.59	1.98	7.917
0	0	0.00	0.00	0.000
0	0	0.00	0.00	0.000
				AS _{Total} = 7.917

ρ_{nec} = 0.0077 (Por Resistencia)
 AS_{nec} = **6.09** cm²

OK 77%
 AS_{req} = **6.087** cm²

Revisión por cortante

L / h =	11.943	>	5.0	OK	(Resistencia del Concreto)
ρ =	0.0100	<	0.015		V _{CR} = 4,000 kg
Porcentaje de acero en tensión					
Est. No.	3	fy =	4,200	kg/cm ²	
No. De Ramas:	2	θ =	90.0	°	(Resistencia Necesaria Ref. Transversal)
Av =	1.425	cm ²	OK	V _{sR} = 8,899 kg	
Av,min =	0.353	cm ²		S _{nec} = 16.99 cm	
S _{prop} =	15.0	cm	OK	S _{máx} = 15.79 cm	
Limite Máximo de Cortante en la Viga					
Vu =	12,899	kg	<	1.5FRbd√f'c =	14977.3 kg

DISEÑO DE TRABES DE CONCRETO REFORZADO

Nervadura N-2

Datos

CARGA			GEOMETRÍA					
$M^* =$	5.945	Ton-m	$Mu^* =$	5.945	Ton-m	$d =$	21.730	cm
$M^* =$	5.409	Ton-m	$Mu^* =$	5.409	Ton-m	rec =	3.27	cm
$V =$	5.678	Ton	$Vu =$	5.678	Ton	H =	25.0	cm
						b =	15.0	cm
						L =	8.00	m
Fac. de carga F.C. =	1.0		$F_R =$	0.9	para flexión			
Acero de ref. $f_y =$	4200	kg/cm ²	$F_R =$	0.75	para Cortante			
Concreto $f_c =$	250	kg/cm ²				Zona sísmica (si o no)	<u>si</u>	

Constantes

$\beta_1 =$	0.85	$\rho_{min} =$	0.0026	$AS_{min} =$	0.86	cm ²
$f'_c =$	212.5	kg/cm ²	$\rho_{bal} =$	0.0253	$\rho_{max} =$	0.0190
				$AS_{max} =$	6.18	cm ²

Acero por temperatura

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a_s (cm ²)	A_s total (cm ²)
2	3	0.953	0.713	1.425
0	0	0.000	0.000	0.000
$AS_{Total} =$				1.425

$x_1 =$ 15.00 cm
 $a_{s1} =$ 0.020 cm²/cm

$AS_{Tem} =$ **0.31** cm² **OK**

Diseño por flexión momento positivo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a_s (cm ²)	A_s (cm ²)
3	5	1.59	1.98	5.938
2	3	0.95	0.71	1.425
0	0	0.00	0.00	0.000
$AS_{Total} =$				7.363

$\rho_{nec} =$ 0.0683 (Por Resistencia)
 $AS_{nec} =$ **22.26** cm²
Rige Acero Maximo

OK 84%
 $AS_{req} =$ **6.184** cm²

Diseño por flexión momento negativo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a_s (cm ²)	A_s total (cm ²)
3	5	1.59	1.98	5.938
2	3	0.95	0.71	1.425
0	0	0.00	0.00	0.000
$AS_{Total} =$				7.363

$\rho_{nec} =$ 0.0279 (Por Resistencia)
 $AS_{nec} =$ **9.09** cm²
Rige Acero Maximo

OK 84%
 $AS_{req} =$ **6.184** cm²

Revisión por cortante

$L/h =$	32.000	$>$	5.0	OK	(Resistencia del Concreto)
$\rho =$	0.0226	$>$	0.015		$V_{cR} =$ 2,061 kg

Porcentaje de acero en tensión

Est. No.	2	$f_y =$	4,200	kg/cm ²
No. De Ramas:	2	$\theta =$	90.0	°
$A_v =$	0.633	cm ²	OK	
$A_{v,min} =$	0.141	cm ²		
$S_{prop} =$	10.0	cm	OK	

(Resistencia Necesaria Ref. Transversal)
 $V_{sR} =$ **3,617** kg

$S_{nec} =$ **12.79** cm
 $S_{máx} =$ **10.87** cm

Limite Máximo de Cortante en la Viga

$V_u =$ 5,678 kg $<$ $1.5F_Rbd\sqrt{f'_c} =$ 6184.5 kg

DISEÑO DE TRABES DE CONCRETO REFORZADO

Nervadura N-3

Datos

CARGA			GEOMETRÍA		
$M^+ =$	2.628	Ton-m	$M_u^+ =$	2.628	Ton-m
$M^- =$	3.722	Ton-m	$M_u^- =$	3.722	Ton-m
$V =$	3.033	Ton	$V_u =$	3.033	Ton
Fac. de carga F.C. =	1.0		$F_R =$	0.9 para flexión	
Acero de ref. $f_y =$	4200	kg/cm ²	$F_R =$	0.75 para Cortante	
Concreto $f_c =$	250	kg/cm ²			
					Zona sísmica (si o no) si

Constantes

$\beta_1 =$	0.85	$\rho_{min} =$	0.0026	$A_{s_{min}} =$	0.86	cm ²
$f'_c =$	212.5	kg/cm ²	$\rho_{bal} =$	0.0253	$\rho_{max} =$	0.0190
				$A_{s_{max}} =$	6.18	cm ²

Acero por temperatura

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a_s (cm ²)	$A_{s_{total}}$ (cm ²)
2	2	0.635	0.317	0.633
0	0	0.000	0.000	0.000
$A_{s_{Total}} =$				0.633

$x_1 =$ 15.00 cm
 $a_{s1} =$ 0.020 cm²/cm

$A_{s_{Tem}} =$ **0.31** cm² **OK**

Diseño por flexión momento positivo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a_s (cm ²)	A_s (cm ²)
3	4	1.27	1.27	3.800
0	0	0.00	0.00	0.000
0	0	0.00	0.00	0.000
$A_{s_{Total}} =$				3.800

$\rho_{nec} =$ 0.0110 (Por Resistencia)
 $A_{s_{nec}} =$ **3.59** cm²

OK 94%
 $A_{s_{req}} =$ **3.590** cm²

Diseño por flexión momento negativo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a_s (cm ²)	$A_{s_{total}}$ (cm ²)
3	5	1.59	1.98	5.938
0	0	0.00	0.00	0.000
0	0	0.00	0.00	0.000
$A_{s_{Total}} =$				5.938

$\rho_{nec} =$ 0.0166 (Por Resistencia)
 $A_{s_{nec}} =$ **5.42** cm²

OK 91%
 $A_{s_{req}} =$ **5.424** cm²

Revisión por cortante

$L/h =$	40.000	$>$	5.0	OK	(Resistencia del Concreto)
$\rho =$	0.0182	$>$	0.015		$V_{cR} =$ 2,061 kg

Porcentaje de acero en tensión

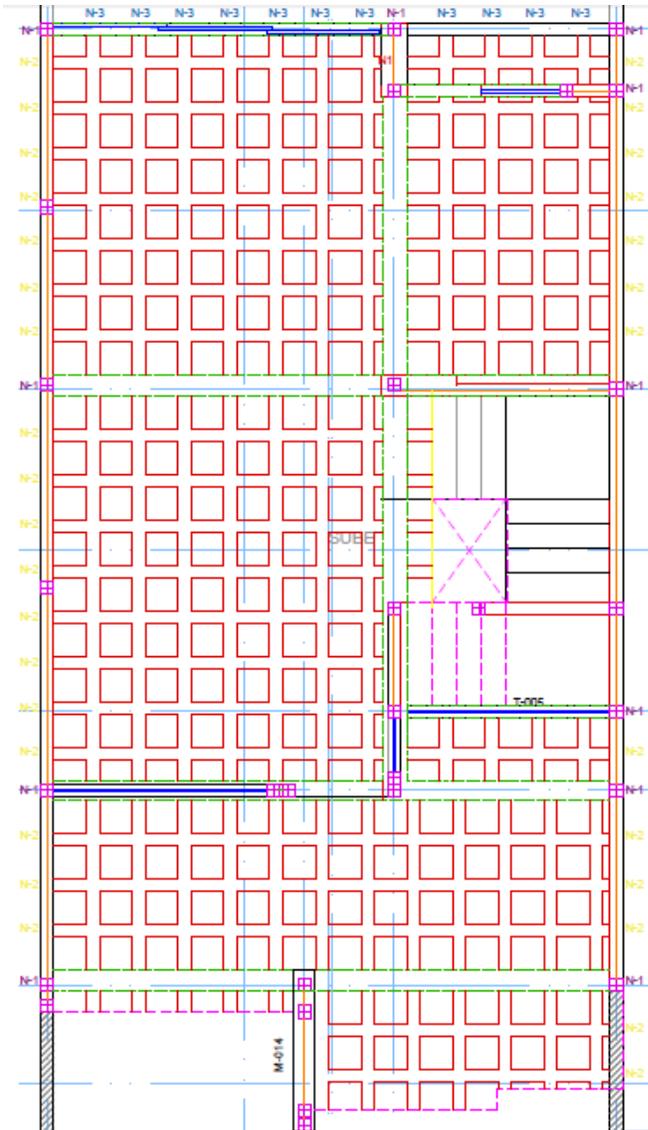
Est. No.	2	$f_y =$	4,200	kg/cm ²
No. De Ramas:	2	$\theta =$	90.0	°
$A_v =$	0.633	cm ²	OK	
$A_{v_{min}} =$	0.141	cm ²		
$S_{prop} =$	10.0	cm	OK	

(Resistencia Necesaria Ref. Transversal)
 $V_{sR} =$ **971** kg

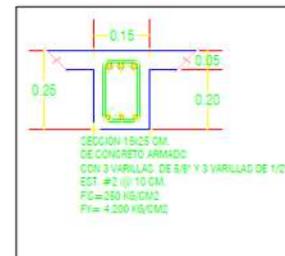
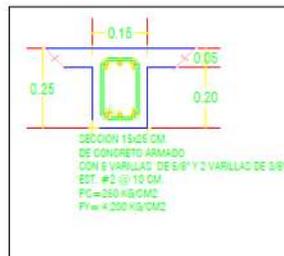
$S_{nec} =$ **47.62** cm
 $S_{máx} =$ **10.87** cm

Limite Máximo de Cortante en la Viga

$V_u =$ 3,033 kg $<$ $1.5F_Rbd\sqrt{f'_c} =$ 6184.5 kg



Armado de losa reticular de la planta baja.



Detalle de las nervaduras.

6.2.- Diseño de traves

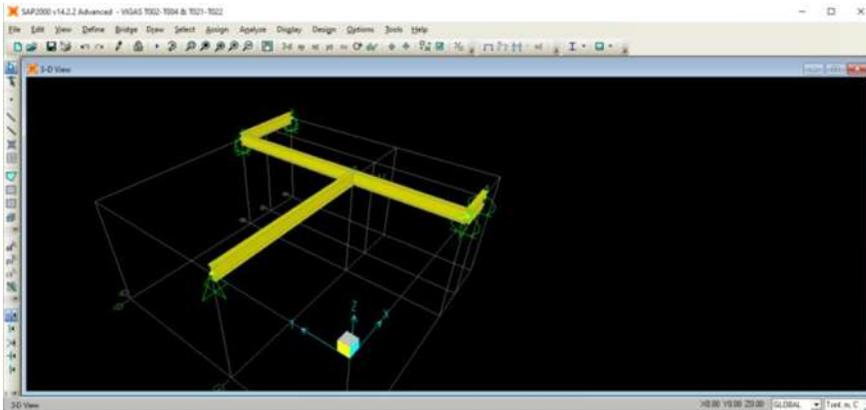
En este proyecto estructural se cuenta con dos tipos de traves una viga denominada T-1 que es una sección de 15x20 cm cuenta con 4 var. #3 y otra trave denominada T-2 de sección 20x25 cm que cuenta con 8 var. #4, el concreto para el análisis de las traves tiene una resistencia a la compresión $f'c=250$ kg/cm².

Para el diseño de estas traves primero que nada se obtuvieron el momento y cortante con el que trabaja la viga, las traves que no se conectan es decir no forman un conjunto de vigas se calcula sus momentos y cortantes con las formulas convencionales:

TIPO DE VIGA Y CARGA ACTUANTE	REACCIONES DE VÍNCULO	M_0 max en x_0	FLECHA MÁX. en x_1
	$R_A = R_B = q \frac{L}{2}$	$\frac{qL^2}{8}$ $x_0 = \frac{L}{2}$	$f_{max} = \frac{5}{384} q \frac{L^4}{EI}$ $x_1 = \frac{L}{2}$

Y cuando se cuenta con un conjunto de vigas, es decir, que se conecta una viga con otras vigas el procedimiento para calcular momentos y cortante de las vigas es utilizando el programa SAP 2000.





Modelado de sistema de vigas en SAP2000.

Modelado de sistema de vigas en SAP2000.

Posteriormente se diseña la sección y el armado de las vigas utilizando las fórmulas de diseño que nos proporciona las normas técnicas complementarias NTC-2017.

$$M_R = F_R b d^2 f_c^* q (1 - 0.5q)$$

$$f_c^* = 0.8 f_c' \quad f_c^* = 0.85 f_c^* \quad \rho_{\min} = \frac{0.7 \sqrt{f_c'}}{f_y} \quad \rho_{bal} = \frac{f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{6000 \cdot \beta_1}{6000 + f_y}$$

$$F_R b d^2 f_c^* q (1 - 0.5q) - M_R = 0$$

$$A_s = \rho b d \quad \rho = \frac{q \cdot f_c^*}{f_y} \quad a_{s1} = \frac{660 \cdot x_1}{f_y (x_1 + 100)}$$

$$V_{sR} = F_R b d (0.2 + 20\rho) \sqrt{f_c^*}$$

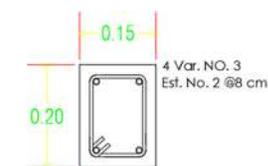
$$V_{cR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$V_{sR} = V_u - V_{cR}$$

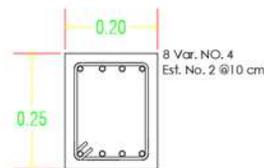
$$s = \frac{F_R A_s f_y d (\sin \theta + \cos \theta)}{V_{sR}}$$

$$A_{s,min} = 0.25 \sqrt{f_c^*} \frac{b s}{f_y}$$

Donde se obtuvieron las siguientes secciones.



VIGA T-1



VIGA T-2

DISEÑO DE TRABES DE CONCRETO REFORZADO

Viga T-2

Datos

CARGA			GEOMETRÍA					
M* =	2.590	Ton-m	Mu* =	2.590	Ton-m	d =	21.73	cm
M' =	2.792	Ton-m	Mu' =	2.792	Ton-m	rec =	3.28	cm
V =	6.632	Ton	Vu =	6.632	Ton	H =	25.0	cm
						b =	20.0	cm
						L =	3.90	m
Fac. de carga F.C. =	1.0		FR =	0.9	para flexión			
Acero de ref. fy =	4200	kg/cm ²	FR =	0.75	para Cortante			
Concreto fc =	250	kg/cm ²				Zona sísmica (si o no)	<u>si</u>	

Constantes

f'c =	212.5	kg/cm ²	β ₁ =	0.85	ρ _{min} =	0.0026	AS _{min} =	1.15	cm ²
			ρ _{bal} =	0.0253	ρ _{max} =	0.0190	AS _{max} =	8.24	cm ²

Acero por temperatura

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
2	3	0.953	0.713	1.425
0	0	0.000	0.000	0.000
				AS _{Total} = 1.425

x₁ = 20.00 cm
 a_{s1} = 0.026 cm²/cm

AS_{Tem} = **0.52** cm² **OK**

Diseño por flexión momento positivo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s (cm ²)
4	4	1.27	1.27	5.067
0	0	0.00	0.00	0.000
0	0	0.00	0.00	0.000
				AS _{Total} = 5.067

ρ_{nec} = 0.0079 (Por Resistencia)
 AS_{nec} = **3.42** cm²

OK 67%
 AS_{req} = **3.420** cm²

Diseño por flexión momento negativo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
4	4	1.27	1.27	5.067
0	0	0.00	0.00	0.000
0	0	0.00	0.00	0.000
				AS _{Total} = 5.067

ρ_{nec} = 0.0085 (Por Resistencia)
 AS_{nec} = **3.71** cm²

OK 73%
 AS_{req} = **3.714** cm²

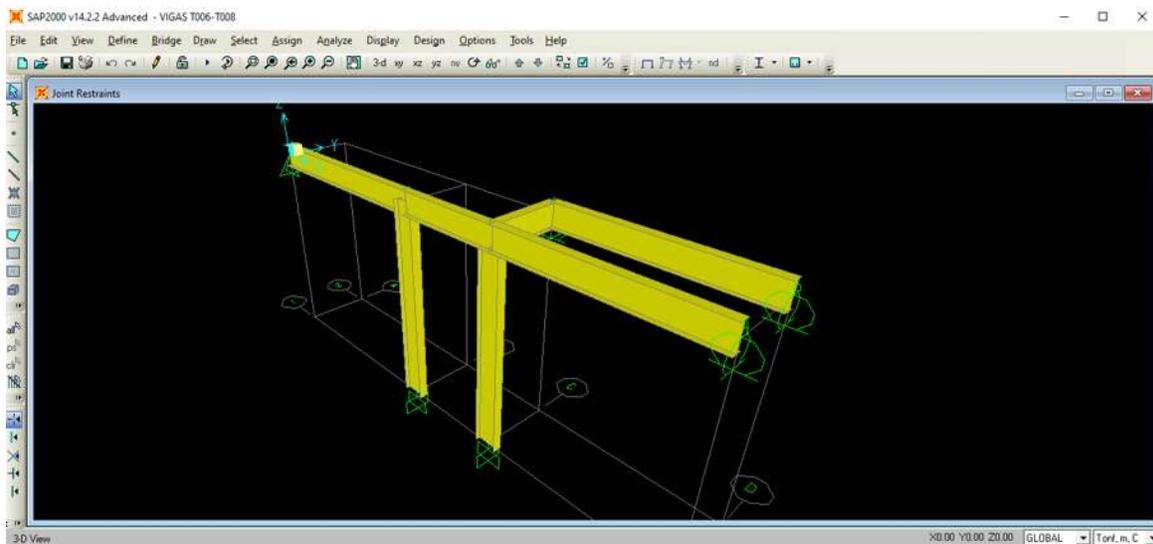
Revisión por cortante

L / h =	15.600	>	5.0	OK	(Resistencia del Concreto)
ρ =	0.0117	<	0.015		V _{CR} = 2,381 kg
Porcentaje de acero en tensión					
Est. No.	2	fy =	4,200	kg/cm ²	
No. De Ramas:	2	θ =	90.0	°	(Resistencia Necesaria Ref. Transversal)
Av =	0.633	cm ²	OK	V _{sR} = 4,251 kg	
Av,min =	0.188	cm ²		S _{nec} = 10.88 cm	
S _{prop} =	10.0	cm	OK	S _{máx} = 10.86 cm	
Limite Máximo de Cortante en la Viga					
Vu =	6,632	kg	<	1.5FRbd√f'c =	8244.1 kg

6.3.- Diseño de columnas.

Este proyecto cuenta con dos columnas ubicadas en la planta baja que están hechas con concreto premezclado con resistencia a la compresión $f'c=250$ kg/cm².

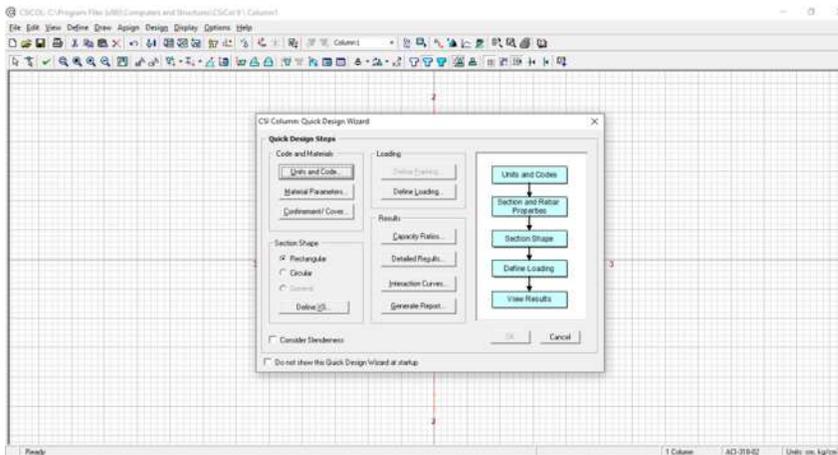
Para el diseño de estas columnas se utilizaron dos programas, uno de ellos es el SAP 2000 donde se modeló las columnas con las trabes que van a apoyarse en ellas, de donde nos dio los resultados de momentos máximos en sus dos extremos así como su fuerza axial que actúa sobre esas columnas.



Modelado de columnas y vigas en SAP 2000.

Cuando ya tenemos los resultados obtenidos por el programa se procede a diseñar las columnas en el programa CSICol 9 donde primero definimos las unidades y las normas ACI-318-05 con las que se va a trabajar, posteriormente se define los materiales y sus características con los que se va a diseñar las columnas, también definiremos las características geométricas de la columna y el acomodo de las varillas y el número de que va a tener la columna, ya por último se introducen los datos que obtuvimos de las columnas con el programa SAP 2000

(momentos en “x” y “y” en los extremos de la columna y la fuerza axial de la misma).



Habiendo echo estos pasos en el programa CSICol 9 se procede a analizar las columnas con los datos que ya registramos en el programa, por último se revisa si las varillas o las dimensiones de la columna son necesarias para los momentos y fuerzas a los que está sujeta la columna, si no es así habrá que colocar más varillas, cambiar de diámetro de varillas y/o cambiar de dimensiones de columna.

De los resultados del programa CSICol 9 obtuvimos dos columnas, una columna de sección 25x25 con 4 var #4 y otra columna de 25x25 con 4 var #3.



4 Var. No. 4
Est. No. 2 @ 10 cm
Rec. 3 cm

Columna C-1



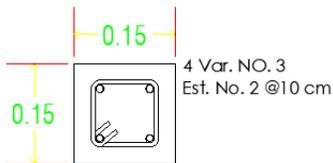
4 Var. No. 3
Est. No. 2 @ 10 cm
Rec. 3 cm

columna C-2

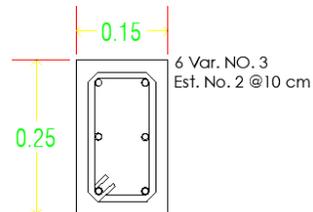
6.4.- Diseño de muros y castillos

Los muros fueron construidos con tabique rojo recocido de dimensiones 6x12x24 que ya con acabados nos quedan muros de 15cm de espesor aunque en algunos casos los muros quedaron de 28 cm de espesor para darle mayor rigidez en esa parte de la casa habitación y porque así lo marcaba el plano arquitectónico.

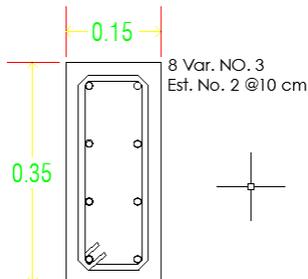
En nuestro proyecto de casa estructural contamos con 3 diferentes tipos de castillos ya que en algunos de los muros la cantidad de acero que requería nos obligaba a cambiar de tipo de castillo y en algunos casos también por el espesor de muro era necesario cambiar el tipo de castillo. A continuación se muestran los tipos de castillos con los que cuenta este proyecto:



CASTILLO K-1



CASTILLO K-2



CASTILLO K-3

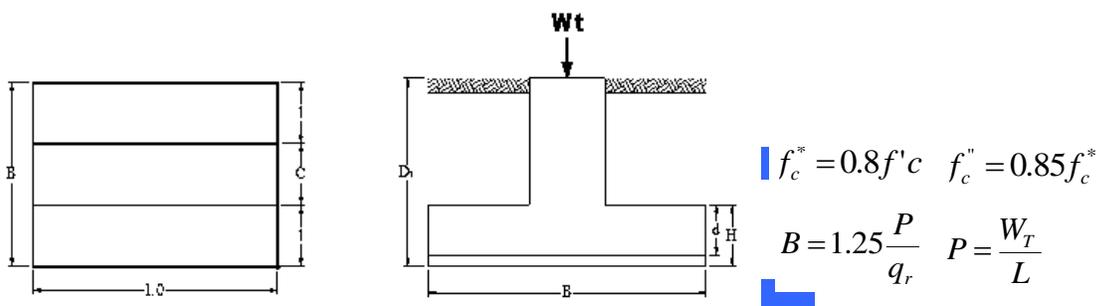
6.5.- Diseño de cimentación.

La cimentación se diseña sobre un suelo que tiene una capacidad de carga de 8 ton/m², se calculó y diseño una cimentación a base de zapatas corridas y contratrabes, todo fue diseñado en base a las NTC-2017.

6.5.1.- Diseño de Zapatas.

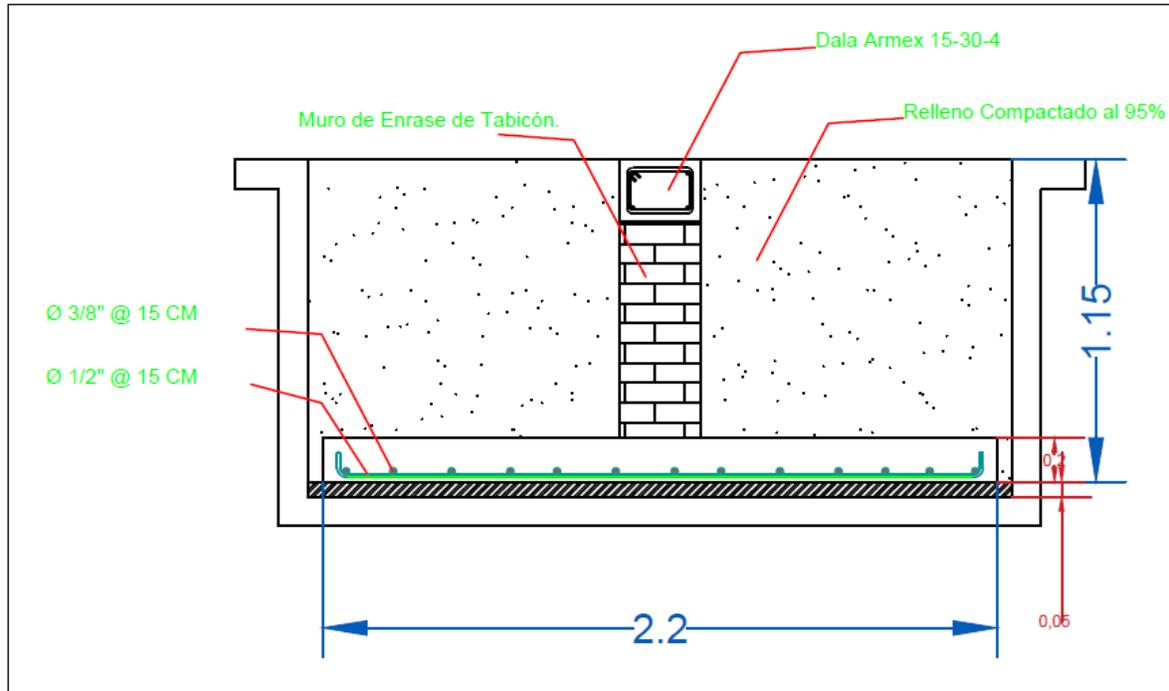
Las zapatas corridas fueron diseñadas con un concreto premezclado $f'_c=250$ kg/cm² con acero de refuerzo de $f_y=4200$ kg/cm², como se mencionó anteriormente el terreno sobre el que se desplanta las zapatas corridas tiene una capacidad de carga de 8 ton/m², la zapata va sobre una plantilla de concreto pobre $f'_c=100$ kg/cm², sobre de ellas se tiene un muro de enrase de tabicón de concreto.

Acontinuacion se muestran los tipos de zapatas, los analisis de zapatas y las formulas para el diseño de las mismas, que se obtuvieron para la planta de cimentacion.

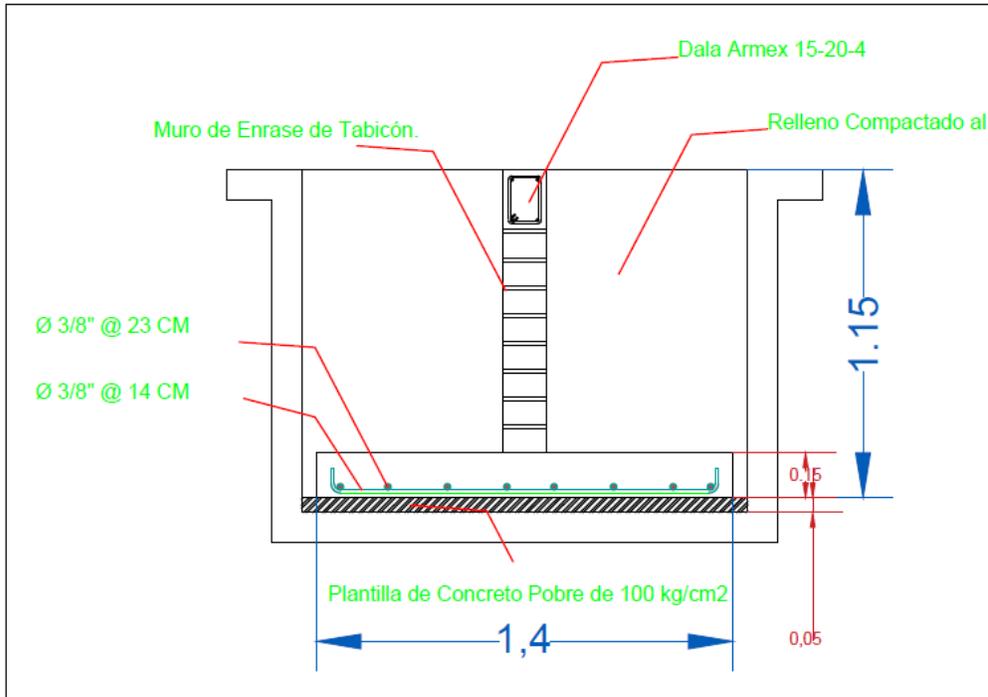


$$M_u = \frac{q_{nu} \left(l + \frac{C}{4} \right)^2}{2} \quad \rho_{min} = \frac{0.7 \sqrt{f_c'}}{F_y} \quad A_s = \rho \cdot b \cdot d \quad A_{s,max} = 0.75 \left[\frac{f_c'}{f_y} \frac{6000 \beta_1}{f_y + 6000} b d \right]$$

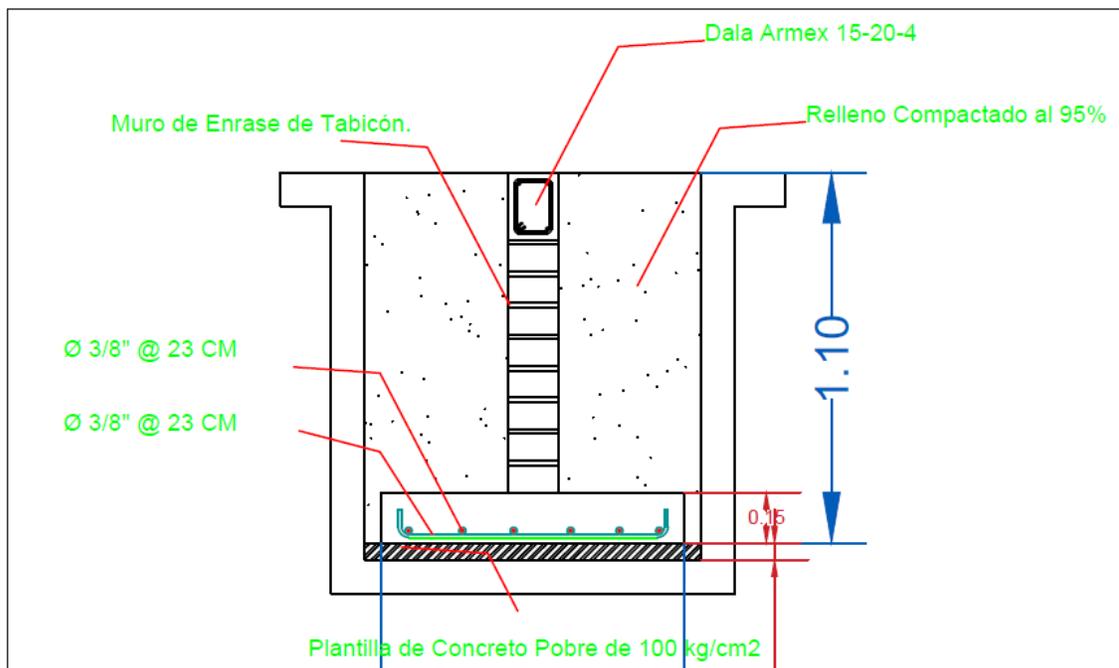
$$l = \frac{B - C}{2} \quad S = \frac{100 \cdot a_o}{A_s} \quad A_{sr} = \frac{660 X_1}{F_y (100 + X_1)}$$



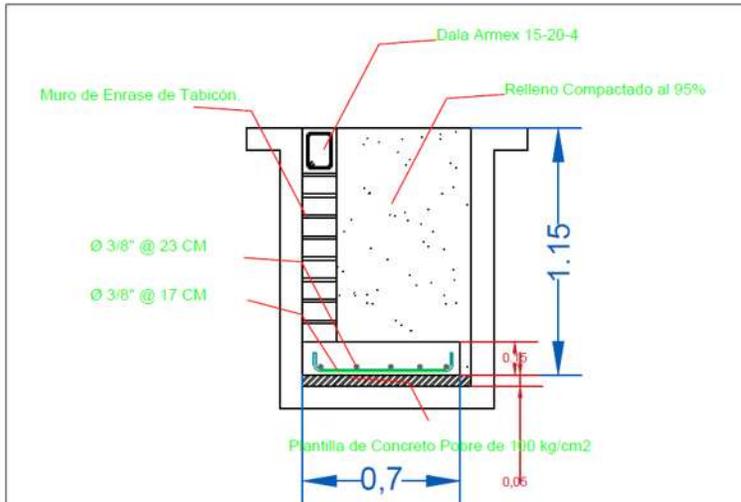
ZAPATA CENTRAL ZC-01



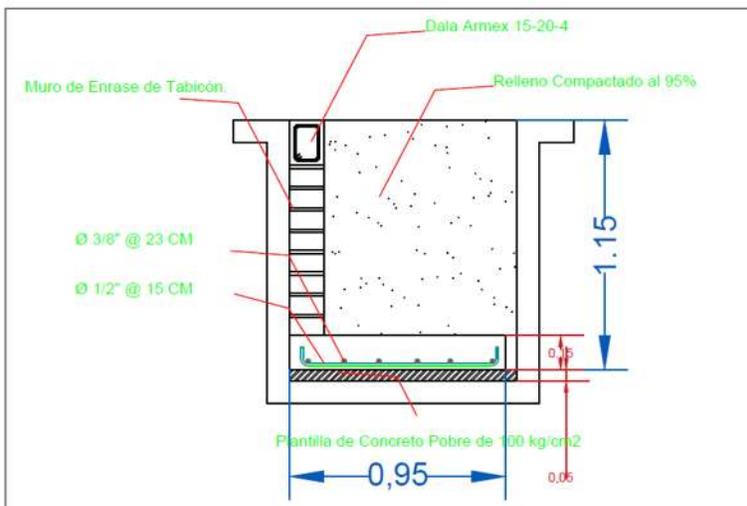
ZAPATA CENTRAL ZC-02



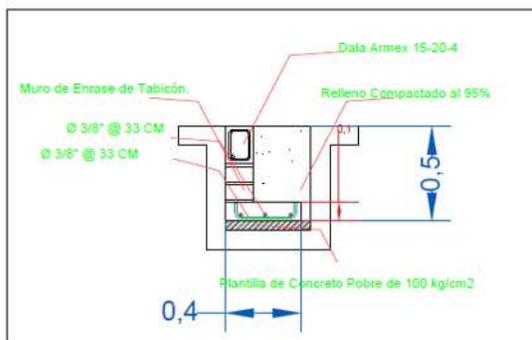
ZAPATA CENTRAL ZC-03



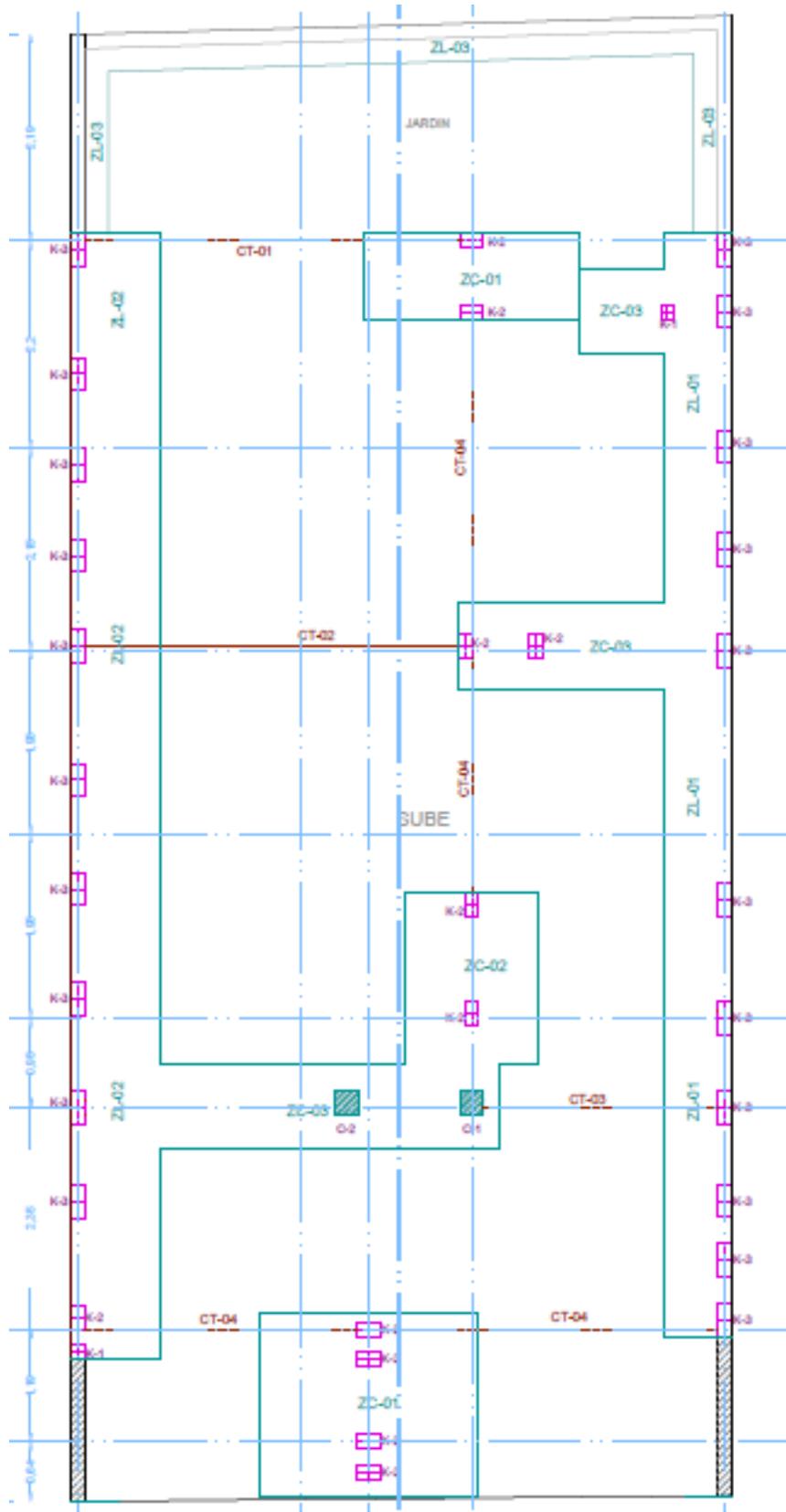
ZAPATA DE LINDERO ZL-01



ZAPATA DE LINDERO ZL-02



ZAPATA DE LINDERO ZL-03



Planta de cimentación.

DISEÑO DE ZAPATAS CORRIDAS BAJO MURO

Casa Habitación

Datos

Analisis zapata No	Zc-01	Muros	M-014	Sobre eje	Entre ejes
$q_r =$	8.0 Ton/m ²	$W_T =$	27.087 Ton	$\gamma_s =$	1.600 Ton/m ³ (Relleno)
$D_i =$	1.15 m	$FC =$	1.00	$\gamma_{c.ref} =$	2.400 Ton/m ³
$L =$	1.69 m	$F'c =$	250 kg/cm ²	$\gamma_{muro} =$	1.550 Ton/m ³
$C =$	0.240 m	$F_y =$	4200 kg/cm ²	$f'_c =$	212.5 kg/cm ²
$rec =$	5.0 cm				

Dimensionamiento

$P =$	16.028 Ton/m	$P_T =$	17.437 Ton/m		
$B =$	2.003 m	$q_{contact} =$	7.926 Ton/m ²	$<$	q_r OK
$H =$	0.20 m				

Diseño por Flexión

$M_u =$	4.286 Ton-m	$F_R =$	0.90	$A_{s,temp} =$	4.500 cm ² / m
$A_{s,cal} =$	7.979 cm ² /m	$d =$	15.00 cm		
		$l =$	0.980 m		
Proponemos varillas del No	4	$A_{s,nec} =$	7.979 cm ² / m		
$a_o =$	1.267 cm ²	$S =$	15.88 cm	$=$	15.0 cm

Como la zapata solo se flexiona en el sentido transversal, en el sentido longitudinal solo se colocara acero por temperatura.

Proponemos varillas del No	3	$S =$	15.83 cm	$=$	15.0 cm
$a_o =$	0.713 cm ²				

Diseño por Cortante

$V_{CR} =$	8893.9 kg	$>$	$V_u =$	6578.6 kg	OK	$F_R =$	0.75
------------	-----------	-----	---------	-----------	----	---------	------

DISEÑO DE ZAPATAS CORRIDAS BAJO MURO

Casa Habitación

Datos

Análisis zapata No Zc-02		Muros M-015	Sobre eje	Entre ejes
$q_r =$	8.0 Ton/m ²	$W_T =$	12.506 Ton	$\gamma_s =$ 1.600 Ton/m ³ (Relleno)
$D_f =$	1.15 m	$FC =$	1.00	$\gamma_{c.ref} =$ 2.400 Ton/m ³
$L =$	1.25 m	$F'c =$	250 kg/cm ²	$\gamma_{muro} =$ 1.550 Ton/m ³
$C =$	0.120 m	$F_y =$	4200 kg/cm ²	$f'_c =$ 212.5 kg/cm ²
rec =	5.0 cm			

Dimensionamiento

$P =$	10.005 Ton/m	$P_T =$	10.695 Ton/m	
$B =$	1.251 m	$q_{contact} =$	7.639 Ton/m ²	< q_r OK
	$H =$	1.40 m		
		0.15 m		

Diseño por Flexión

$M_u =$	1.715 Ton-m	$F_R =$	0.90	$A_{s,temp} =$	3.075 cm ² / m
$A_{s,cal} =$	4.760 cm ² /m	$d =$	10.00 cm		
		$l =$	0.640 m		
Proponemos varillas del No 3		$A_{s,nec} =$	4.760 cm ² / m		
$a_o =$	0.713 cm ²	$S =$	14.97 cm	$=$	14.0 cm

Como la zapata solo se flexiona en el sentido transversal, en el sentido longitudinal solo se colocara acero por temperatura.

Proponemos varillas del No 3		$S =$	23.18 cm	$=$	23.0 cm
$a_o =$	0.713 cm ²				

Diseño por Cortante

$V_{CR} =$	5929.3 kg	>	$V_u =$	4125.1 kg	OK	$F_R =$	0.75
------------	------------------	---	---------	------------------	-----------	---------	------

DISEÑO DE ZAPATAS CORRIDAS BAJO MURO

Casa Habitación

Datos

Análisis zapata No Zc-03		Muros M-002	Sobre eje	Entre ejes
$q_r =$	8.0 Ton/m ²	$W_T =$	17.728 Ton	$\gamma_s =$ 1.600 Ton/m ³ (Relleno)
$D_f =$	1.10 m	$FC =$	1.00	$\gamma_{c.ref} =$ 2.400 Ton/m ³
$L =$	2.67 m	$F'_c =$	250 kg/cm ²	$\gamma_{muro} =$ 1.550 Ton/m ³
$C =$	0.120 m	$F_y =$	4200 kg/cm ²	$f'_c =$ 212.5 kg/cm ²
rec =	5.0 cm			

Dimensionamiento

$P =$	6.640 Ton/m	$P_T =$	7.140 Ton/m	
$B =$	0.830 m	$q_{contact} =$	7.934 Ton/m ²	< q_r OK
	$H =$	0.90 m		
		0.15 m		

Diseño por Flexión

$M_u =$	0.700 Ton-m	$F_R =$	0.90	$A_{s,temp} =$	3.075 cm ² / m
$A_{s,cal} =$	1.886 cm ² /m	$d =$	10.00 cm		
		$l =$	0.390 m		
Proponemos varillas del No 3				$A_{s,nec} =$	3.075 cm ² / m
	$a_o =$	0.713 cm ²	$S =$	23.18 cm	$=$ 23.0 cm

Como la zapata solo se flexiona en el sentido transversal, en el sentido longitudinal solo se colocara acero por temperatura.

Proponemos varillas del No 3					
	$a_o =$	0.713 cm ²	$S =$	23.18 cm	$=$ 23.0 cm

Diseño por Cortante

$V_{CR} =$	5929.3 kg	>	$V_u =$	2300.8 kg	OK	$F_R =$	0.75
------------	------------------	---	---------	------------------	-----------	---------	------

DISEÑO DE ZAPATAS CORRIDAS BAJO MURO

Casa Habitación

Datos

Analisis zapata No	ZL-01	Muros	M-021	Sobre eje	Entre ejes
$q_r =$	8.0 Ton/m ²	$W_T =$	18.453 Ton	$\gamma_s =$	1.600 Ton/m ³
$D_f =$	1.15 m	$FC =$	1.00	$\gamma_{concreto} =$	2.400 Ton/m ³
$L =$	3.60 m	$F'c =$	250 kg/cm ²	$\gamma_{muro} =$	1.550 Ton/m ³
$C =$	0.12 m	$F_y =$	4200 kg/cm ²	$f'_c =$	212.5 kg/cm ²
rec	5.0 cm				

Dimensionamiento

$P =$	5.126 Ton/m	$P_T =$	5.564 Ton/m		
$B =$	0.641 m	$q_{contact} =$	7.948 Ton/m ²	$<$	q_r OK
$H =$	0.15 m				

Diseño por Flexión

$M_u =$	1.479 Ton-m	$F_R =$	0.90	$A_{s,temp} =$	3.075 cm ² / m
$A_{s,cal} =$	4.076 cm ² /m	$d =$	10.00 cm		
		$l =$	0.580 m		
Proponemos varillas del No	3	$A_{s,nec} =$	4.076 cm ² / m		
$a_o =$	0.713 cm ²	$S =$	17.48 cm	$=$	17.0 cm

Como la zapata solo se flexiona en el sentido transversal, en el sentido longitudinal solo se colocara acero por temperatura.

Proponemos varillas del No	3				
$a_o =$	0.713 cm ²	$S =$	23.18 cm	$=$	23.0 cm

Diseño por Cortante

$V_{CR} =$	5929.3 kg	$>$	$V_u =$	3815.2 kg	OK	$F_R =$	0.75
------------	-----------	-----	---------	-----------	----	---------	------

DISEÑO DE ZAPATAS CORRIDAS BAJO MURO

Casa Habitación

Datos

Análisis zapata No		Muros	Sobre eje	Entre ejes	
$q_r =$	8.0 Ton/m ²	$W_T =$	29.409 Ton	$\gamma_s =$	1.600 Ton/m ³
$D_f =$	1.15 m	$FC =$	1.00	$\gamma_{concreto} =$	2.400 Ton/m ³
$L =$	4.30 m	$F'c =$	250 kg/cm ²	$\gamma_{muro} =$	1.550 Ton/m ³
$C =$	0.12 m	$F_y =$	4200 kg/cm ²	$f'_c =$	212.5 kg/cm ²
rec	5.0 cm				

Dimensionamiento

$P =$	6.839 Ton/m	$P_T =$	7.367 Ton/m		
$B =$	0.855 m	$q_{contact} =$	7.755 Ton/m ²	$<$	q_r OK
$H =$	0.15 m				

Diseño por Flexión

$M_u =$	2.868 Ton-m	$F_R =$	0.90	$A_{s,temp} =$	3.075 cm ² / m
$A_{s,cal} =$	8.261 cm ² /m	$d =$	10.00 cm		
		$l =$	0.830 m		
Proponemos varillas del No	4	$A_{s,nec} =$	8.261 cm ² / m		
$a_o =$	1.267 cm ²	$S =$	15.33 cm	$=$	15.0 cm

Como la zapata solo se flexiona en el sentido transversal, en el sentido longitudinal solo se colocara acero por temperatura.

Proponemos varillas del No	3	$S =$	23.18 cm	$=$	23.0 cm
$a_o =$	0.713 cm ²				

Diseño por Cortante

$V_{CR} =$	5929.3 kg	$>$	$V_u =$	5661.2 kg	OK	$F_R =$	0.75
------------	-----------	-----	---------	-----------	----	---------	------

DISEÑO DE ZAPATAS CORRIDAS BAJO MURO

Casa Habitación

Datos					
Analisis zapata No	ZI-03	Muros	M-Y	Sobre eje	Entre ejes
$q_r =$	8.0 Ton/m ²	$W_T =$	7.248 Ton	$\gamma_s =$	1.600 Ton/m ³
$D_f =$	0.50 m	$FC =$	1.00	$\gamma_{concreto} =$	2.400 Ton/m ³
$L =$	7.00 m	$F'c =$	250 kg/cm ²	$\gamma_{muro} =$	1.550 Ton/m ³
$C =$	0.12 m	$F_y =$	4200 kg/cm ²	$f'_c =$	212.5 kg/cm ²
$rec =$	5.0 cm				
Dimensionamiento					
$P =$	1.035 Ton/m	$P_T =$	1.206 Ton/m		
$B =$	0.129 m	$q_{contact} =$	3.015 Ton/m ²	$< q_r$	OK
	$H =$	0.40 m			
		0.10 m			
Diseño por Flexión					
$M_u =$	0.145 Ton-m	$F_R =$	0.90	$A_{s,temp} =$	2.143 cm ² / m
$A_{s,cal} =$	0.778 cm ² /m	$d =$	5.00 cm		
		$l =$	0.280 m		
Proponemos varillas del No	3	$A_{s,nec} =$	2.143 cm ² / m		
	$a_o =$	0.713 cm ²	$S =$	33.25 cm	$=$
				33.0 cm	
Como la zapata solo se flexiona en el sentido transversal, en el sentido longitudinal solo se colocara acero por temperatura.					
Proponemos varillas del No	3	$S =$	33.25 cm	$=$	33.0 cm
	$a_o =$	0.713 cm ²			
Diseño por Cortante					
$V_{CR} =$	2964.6 kg	$>$	$V_u =$	693.4 kg	OK
				$F_R =$	0.75

6.5.2.- Diseño de contratrabes

A diferencia de las trabes (que sirven para sostener losas, muros o para cerrar los marcos de concreto) las contratrabes sirven para soportar los esfuerzos a flexión producidos por la reacción del terreno hacia la estructura, sirven para unir zapatas y que no haya asentamientos diferenciales en las zapatas.

Las contratrabes que se diseñó en este proyecto estructural son 4 diferentes tipos, diseñadas con concreto premezclado $f'c=250$ kg/cm² y acero de refuerzo de $f_y=4200$ kg/cm².

En seguida se muestran los tipos de secciones de contratrabes y el análisis para el diseño de estas.

$$M_R = F_R b d^2 f_c'' q (1 - 0.5q)$$

$$F_R b d^2 f_c'' q (1 - 0.5q) - M_R = 0$$

$$A_s = \rho b d \quad \rho = \frac{q \cdot f_c''}{f_y}$$

$$f_c' = 0.8 f_c'' \quad \rho_{\min} = \frac{0.7 \sqrt{f_c' c}}{f_y}$$

$$\rho_{bal} = \frac{f_c'' \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{6000 \cdot \beta_1}{6000 + f_y}$$

$$a_{s1} = \frac{660 \cdot x_1}{f_y (x_1 + 100)}$$

$$V_{cR} = F_R b d (0.2 + 20\rho) \sqrt{f_c''}$$

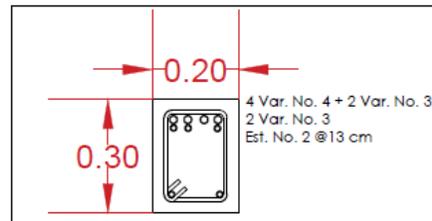
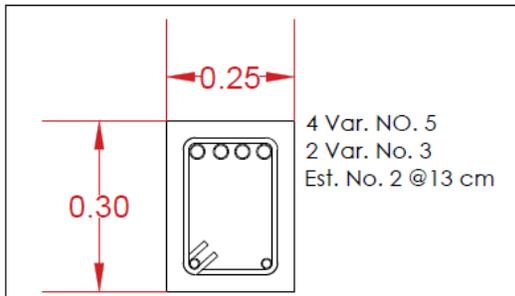
$$V_{cR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f_c''}$$

$$V_{sR} = V_u - V_{cR}$$

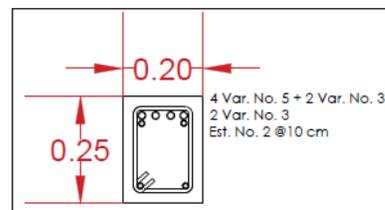
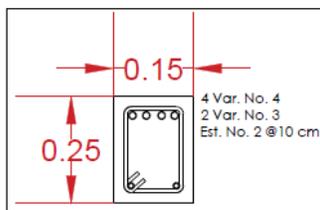
$$s = \frac{F_R A_v f_y d (\sin \theta + \cos \theta)}{V_{sR}}$$

$$A_{v,min} = 0.25 \sqrt{f_c''} \frac{b s}{f_y}$$

Fórmulas de diseño de las NTC-2017



CONTRATRABE CT-01 **CONTRATRABE CT-02**



CONTRATRABE CT-03 **CONTRATRABE CT-04**

DISEÑO DE TRABES DE CONCRETO REFORZADO

Contratrabe CT-01

Datos

CARGA			GEOMETRÍA					
M* =	8.927	Ton-m	Mu* =	8.927	Ton-m	d =	26.57	cm
M ⁻ =	0.000	Ton-m	Mu ⁻ =	0.000	Ton-m	rec =	3.44	cm
V =	4.107	Ton	Vu =	4.107	Ton	H =	30.0	cm
						b =	25.0	cm
						L =	4.17	m
Fac. de carga F.C. =	1.0		F _R =	0.9	para flexión			
Acero de ref. fy =	4200	kg/cm ²	F _R =	0.75	para Cortante			
Concreto f _c =	150	kg/cm ²				Zona sísmica (si o no)	<u>si</u>	

Constantes

f'c =	127.5	kg/cm ²	β ₁ =	0.85	ρ _{min} =	0.0020	AS _{min} =	1.36	cm ²
			ρ _{bal} =	0.0152	ρ _{max} =	0.0114	AS _{max} =	7.56	cm ²

Acero por temperatura

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
2	3	0.953	0.713	1.425
0	0	0.000	0.000	0.000
AS _{Total} =				1.425

x₁ = 25.00 cm
a_{s1} = 0.031 cm²/cm

AS_{Tem} = **0.79** cm² **OK**

Diseño por flexión momento positivo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s (cm ²)
4	5	1.59	1.98	7.917
0	0	0.00	0.00	0.000
0	0	0.00	0.00	0.000
AS _{Total} =				7.917

ρ_{nec} = 0.0199 (Por Resistencia)
AS_{nec} = **13.23** cm²
Rige Acero Maximo

OK 95%
AS_{req} = **7.560** cm²

Diseño por flexión momento negativo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
2	3	0.95	0.71	1.425
0	0	0.00	0.00	0.000
0	0	0.00	0.00	0.000
AS _{Total} =				1.425

ρ_{nec} = 0.0000 (Por Resistencia)
AS_{nec} = **0.00** cm²
Rige Acero Minimo

OK 95.12%
AS_{req} = **1.356** cm²

Revisión por cortante

L / h =	13.900	>	5.0	OK	(Resistencia del Concreto)
ρ =	0.0021	<	0.015		V _{cR} = 1,581 kg

Porcentaje de acero en tensión

Est. No.	2	fy =	2,530	kg/cm ²
No. De Ramas:	2	θ =	90.0	°
Av =	0.633	cm ²	OK	
A _{v,min} =	0.237	cm ²		
S _{prop} =	13.0	cm	OK	

(Resistencia Necesaria Ref. Transversal)
V_{sR} = **2,527** kg

S_{nec} = **13.48** cm
S_{máx} = **13.28** cm

Limite Máximo de Cortante en la Viga

V_u = 4,107 kg < 1.5F_Rbd√f'c = 9760.6 kg

DISEÑO DE TRABES DE CONCRETO REFORZADO

Contratrabe CT-02

Datos

CARGA			GEOMETRÍA					
M* =	5.987	Ton-m	Mu* =	5.987	Ton-m	d =	26.73	cm
M ⁻ =	0.000	Ton-m	Mu ⁻ =	0.000	Ton-m	rec =	3.28	cm
V =	2.849	Ton	Vu =	2.849	Ton	H =	30.0	cm
						b =	20.0	cm
						L =	4.10	m
Fac. de carga F.C. =	1.0		F _R = 0.9 para flexión					
Acero de ref. fy =	4200	kg/cm ²	F _R = 0.75 para Cortante					
Concreto f _c =	250	kg/cm ²				Zona sísmica (si o no)	si	

Constantes

f'c =	212.5	kg/cm ²	β ₁ =	0.85	ρ _{min} =	0.0026	AS _{min} =	1.41	cm ²
			ρ _{bal} =	0.0253	ρ _{max} =	0.0190	AS _{max} =	10.14	cm ²

Acero por temperatura

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
2	3	0.953	0.713	1.425
0	0	0.000	0.000	0.000
AS _{Total} =				1.425

x₁ = 20.00 cm
a_{sl} = 0.026 cm²/cm

AS_{Tem} = 0.52 cm² OK

Diseño por flexión momento positivo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s (cm ²)
4	4	1.27	1.27	5.067
3	3	0.95	0.71	2.138
0	0	0.00	0.00	0.000
AS _{Total} =				7.205

ρ_{nec} = 0.0127 (Por Resistencia)
AS_{nec} = 6.77 cm²

OK 94%
AS_{req} = 6.775 cm²

Diseño por flexión momento negativo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
2	3	0.95	0.71	1.425
0	0	0.00	0.00	0.000
0	0	0.00	0.00	0.000
AS _{Total} =				1.425

ρ_{nec} = 0.0000 (Por Resistencia)
AS_{nec} = 0.00 cm²

Rige Acero Mínimo

OK 99%
AS_{req} = 1.409 cm²

Revisión por cortante

L / h = 13.667 > 5.0 OK
ρ = 0.0027 < 0.015

(Resistencia del Concreto)

V_{cR} = 1,713 kg

Porcentaje de acero en tensión

Est. No. = 2
No. De Ramas: 2
Av = 0.633 cm² OK
A_{v,min} = 0.245 cm²
S_{prop} = 13.0 cm OK

(Resistencia Necesaria Ref. Transversal)

V_{sR} = 1,136 kg

S_{nec} = 50.05 cm

S_{máx} = 13.36 cm

Limite Máximo de Cortante en la Viga

V_u = 2,849 kg < 1.5F_Rbd√f'c = 10141.4 kg

DISEÑO DE TRABES DE CONCRETO REFORZADO

Contratrabe CT-03

Datos

CARGA			GEOMETRÍA					
M* =	1.080	Ton-m	Mu* =	1.080	Ton-m	d =	21.73	cm
M ⁻ =	0.000	Ton-m	Mu ⁻ =	0.000	Ton-m	rec =	3.28	cm
V =	1.203	Ton	Vu =	1.203	Ton	H =	25.0	cm
Fac. de carga F.C. =	1.0		F _R = 0.9 para flexión			b =	15.0	cm
Acero de ref. fy =	4200	kg/cm ²	F _R = 0.75 para Cortante			L =	2.68	m
Concreto f _c =	250	kg/cm ²				Zona sísmica (si o no)	<u>si</u>	

Constantes

f'c =	212.5	kg/cm ²	β ₁ =	0.85	ρ _{min} =	0.0026	AS _{min} =	0.86	cm ²
			ρ _{bal} =	0.0253	ρ _{max} =	0.0190	AS _{max} =	6.18	cm ²

Acero por temperatura

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
2	3	0.953	0.713	1.425
0	0	0.000	0.000	0.000
				AS _{Total} = 1.425

x₁ = 15.00 cm
 a_{sl} = 0.020 cm²/cm

AS_{Tem} = **0.31** cm² **OK**

Diseño por flexión momento positivo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s (cm ²)
4	4	1.27	1.27	5.067
2	3	0.95	0.71	1.425
0	0	0.00	0.00	0.000
				AS _{Total} = 6.492

ρ_{nec} = 0.0970 (Por Resistencia)
 AS_{nec} = **31.60** cm²
 Rige Acero Maximo

OK 95%
 AS_{req} = **6.183** cm²

Diseño por flexión momento negativo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
2	3	0.95	0.71	1.425
0	0	0.00	0.00	0.000
0	0	0.00	0.00	0.000
				AS _{Total} = 1.425

ρ_{nec} = 0.0000 (Por Resistencia)
 AS_{nec} = **0.00** cm²
 Rige Acero Minimo

OK 60%
 AS_{req} = **0.859** cm²

Revisión por cortante

L / h =	10.720	>	5.0	OK	(Resistencia del Concreto)
ρ =	0.0044	<	0.015		V _{cR} = 1,185 kg

Porcentaje de acero en tensión

Est. No.	2	fy =	4,200	kg/cm ²
No. De Ramas:	2	θ =	90.0	°
Av =	0.633	cm ²	OK	
A _{v,min} =	0.141	cm ²		
S _{prop} =	10.0	cm	OK	

(Resistencia Necesaria Ref. Transversal)
 V_{sR} = **18** kg
 S_{nec} = **2617.22** cm
 S_{máx} = **10.86** cm

Limite Máximo de Cortante en la Viga
 V_u = 1,203 kg < 1.5F_Rbd√f'c = 6183.0 kg

DISEÑO DE TRABES DE CONCRETO REFORZADO

Contratrabe CT-04

Datos

CARGA			GEOMETRÍA					
M* =	3.335	Ton-m	Mu* =	3.335	Ton-m	d =	21.57	cm
M ⁻ =	0.000	Ton-m	Mu ⁻ =	0.000	Ton-m	rec =	3.44	cm
V =	2.794	Ton	Vu =	2.794	Ton	H =	25.0	cm
Fac. de carga F.C. =	1.0		F _R = 0.9 para flexión			b =	20.0	cm
Acero de ref. fy =	4200	kg/cm ²	F _R = 0.75 para Cortante			L =	3.09	m
Concreto f _c =	250	kg/cm ²				Zona sísmica (si o no)	<u>si</u>	

Constantes

f'c =	212.5	kg/cm ²	β ₁ =	0.85	ρ _{min} =	0.0026	AS _{min} =	1.14	cm ²
			ρ _{bal} =	0.0253	ρ _{max} =	0.0190	AS _{max} =	8.18	cm ²

Acero por temperatura

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
2	3	0.953	0.713	1.425
0	0	0.000	0.000	0.000
				AS _{Total} = 1.425

x₁ = 20.00 cm
 a_{si} = 0.026 cm²/cm

AS_{Tem} = **0.52** cm² **OK**

Diseño por flexión momento positivo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s (cm ²)
4	5	1.59	1.98	7.917
2	3	0.95	0.71	1.425
0	0	0.00	0.00	0.000
				AS _{Total} = 9.342

ρ_{nec} = 0.0906 (Por Resistencia)
 AS_{nec} = **39.07** cm²
Rige Acero Maximo

OK 88%
 AS_{req} = **8.183** cm²

Diseño por flexión momento negativo

Armado de la sección

No de vars.	No de octavos	Diámetro (cm)	a _s (cm ²)	A _s total (cm ²)
2	3	0.95	0.71	1.425
0	0	0.00	0.00	0.000
0	0	0.00	0.00	0.000
				AS _{Total} = 1.425

ρ_{nec} = 0.0000 (Por Resistencia)
 AS_{nec} = **0.00** cm²
Rige Acero Minimo

OK 80%
 AS_{req} = **1.137** cm²

Revisión por cortante

L / h = 12.360 > 5.0 **OK**
 ρ = 0.0033 < 0.015

(Resistencia del Concreto)
 V_{cR} = **1,452** kg

Porcentaje de acero en tensión

Est. No. **2** fy = **4,200** kg/cm²
 No. De Ramas: **2** θ = 90.0 °
 Av = 0.633 cm² **OK**
 A_{v,min} = 0.188 cm²
 S_{prop} = **10.0** cm **OK**

(Resistencia Necesaria Ref. Transversal)
 V_{sR} = **1,343** kg

S_{nec} = **34.18** cm
 S_{máx} = **10.78** cm

Limite Máximo de Cortante en la Viga

V_u = 2,794 kg < 1.5F_Rbd√f'c = 8183.3 kg

6.6.- Análisis sísmico

El planeta tierra se compone de distintas capas de entre las cuales la capa superficial llamada “Litosfera” es la que presenta un efecto mayor en las estructuras, al estar desplantadas sobre la corteza terrestre. La corteza terrestre está dividida en placas que interactúan entre sí, generando fricción y en ocasiones atoscamiento en algunas zonas del límite de interacción. Entre mayor sea el tiempo en que las placas hallan interactuado, mayor será la cantidad de energía liberada traduciéndose esto en un movimiento más brusco del suelo. Al punto donde ocurre la ruptura de la placa se le conoce como “hipocentro” y a su proyección sobre la superficie terrestre se le conoce como “epicentro”.

La alta sismicidad en el país, es debido principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados aunque estas últimas menos peligrosas. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico pero roza con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos, de aquí la incidencia de sismos.

Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, también por esta misma acción son afectados los estados de Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Nuevo León, Sonora, Baja California, Baja California Sur y el Distrito Federal.

Aunque las zonas epicentrales se localizan en diversos puntos del Pacífico, la Ciudad de México, aunque no se encuentre sobre la costa, se ha convertido en el receptor sísmico de todos ellos debido a que se encuentra lo suficientemente cercana para experimentar sus efectos y, la causa de que estos sean más dañinos en esta zona que en otros lugares, radica entre otras cosas en la naturaleza de su terreno ya que fue fincada en lo que fuera un lago, generando gran preocupación.

REGIONES SISMICAS EN MÉXICO.

Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo.

- La **zona A** es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- Las **zonas B y C** son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
- La **zona D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.



Figura tomada de: Manual de diseño de Obras Civiles

(Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad.

Otra división del país está dada por Regiones Sísmicas, Penisísmicas y Asísmicas. Las **Zonas sísmicas** están localizadas al sur y suroeste de la República, abarca los estados de México, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco, Puebla y Ciudad de México; las **Zonas**

penisísmicas abarcan la Sierra Madre Occidental, las llanuras de Sonora, Sinaloa, Nayarit, así como la región transversal que va del sur de Durango al centro de Veracruz y, las **Zonas asísmicas** se sitúan en la parte norte y noreste de México, en casi toda la península de Baja California y en la península de Yucatán.

Áreas de mayor riesgo en México: En sí, las zonas de mayor sismicidad se concentran en la costa occidental del país a lo largo de los bordes de varias placas cuyo contacto es conocido como Trinchera. Se ha utilizado de acuerdo con el SAS, la expresión de “*brecha sísmica*” a la zona geográfica donde no se han producido sismos de 7 o más grados en la escala de Richter por un largo periodo de tiempo (50 años o más) para determinar la **Brecha de Guerrero** (cerca de 100 años de acumulación de energía elástica), la **Brecha de Jalisco** (aproximadamente 70 años) y la **Brecha de Chiapas** (con más de 300 años) como las áreas de mayor riesgo en el país.



CALCULO DE PESO DE ESCALERA

1. Peso por peldaño.

Se propone una huella de 30 cm.

Un peralte de 18 cm

Con un ancho de escalera de 1.25 m.

PESO POR PELDAÑO

HUELLA	0.3 m
PERALTE	0.18 m
VOLUMEN	0.034 m ³
PESO CONCRETO	2.4 ton/m ³
PESO TOTAL	0.081 ton

2. Peso de losa de concreto.

Se propone un espesor de losa de concreto de 10 cm.

Se realiza el cálculo de peso de espesor de losa de concreto de un metro por lo que el largo de losa es 1m.

El ancho de escalera es de 1.25m.

PESO POR LOSA DE CONCRETO POR M

H=	0.1 m
B=	1.25 m
L=	1 m
VOLUMEN=	0.125 m ³
PESO CONCRETO	2.4 ton/m ³
PESO TOTAL	0.3 ton / metro de losa

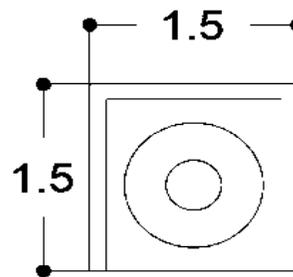
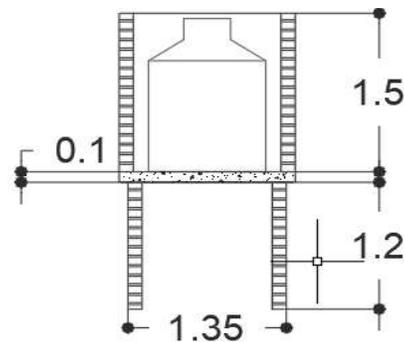
3. Calculo de cargas actuantes en la escalera (carga muerta y carga viva)

El cálculo se realizó en un metro de escalera para obtener las cargas en ton/m por lo que se calcula que en un metro de longitud se tiene que hay 3.33 escalones por lo que se multiplica el peso total de escalones por 3.33 y se suma el peso total de losa de concreto. Para la carga viva se sabe según la NTC-2017 que el valor de CV es de 190 kg/m² por lo que multiplicado por el ancho de escalera se obtiene la carga que se hay en un metro de longitud de escalera.

Carga muerta = 0.570 ton/m
 carga viva = 0.238 ton/m

CALCULO DEL PESO DE TINACO

Se calculó el peso de tinaco, tomando en cuenta la estructura que servirá como base del tinaco, para transmitir esa carga adicional que lleva la losa que está por debajo del mismo



Los depósitos que trabajen por gravedad se colocarán a una altura de 2.0 m arriba del mueble más alto. (ART. 151 CAP. VI RCDF)

COMPONENTES	DIMENSIONES	PESO	CARGA
PARAPETO	3(1.50x1.50)	0.28 ton/m ²	1.89 ton
TINACO			
AGUA	1,100 LTS	1.0 ton/m ³	1.1 ton
EQUIPO		0.50 ton	0.50 ton
BASE DE CONCRETO	1.50x1.50x0.10	2.4 ton/m ³	0.54 ton
MUROS DE SOPORTE	2(1.5x1.20)	0.28 ton/m ²	1.008 ton
		Peso Total:	5.038 ton

W tinaco: 1.68 ton/m

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA ACERO Y CONCRETO

- El concreto tendrá una calidad de $f'c=250$ kg/cm² y un agregado máximo de $\frac{3}{4}$ " así como un peso volumétrico de 2,400 kg/cm³.
- Para la elaboración del concreto de la superestructura se usara cemento portland normal que cumpla con las especificaciones ASTM C150, Tipo II (para uso general con resistencia moderada a los sulfatos).
- Se usara una resistencia concreto pobre de $f'c=100$ kg/cm², para firmes y plantilla en cimentación.
- El revenimiento del concreto en estado fresco será de entre 10 y 12 cm.
- El concreto debe mantenerse en un ambiente húmedo por lo menos cinco días si se emplea cemento de resistencia rápida (CCP 30R, CPC 30R) y catorce días si se usa cemento normal.
- El recubrimiento libre de toda varilla o malla será de 5cm para todos los elementos en contacto directo con el suelo.
- El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de 4,200 kg/cm², con excepción de la varilla de $\frac{1}{4}$ de pulgada, cuyo límite de fluencia será de 2,530 kg/cm², las mallas de refuerzo y castillos tipo Armex, o de alta resistencia, serán de 6,000 kg/cm².
- El recubrimiento, medido a partir de la parte externa de las varillas, será de 1.5 veces su diámetro, pero nunca menor de 2cm. Cuando se utilicen paquetes de varillas, se usará el diámetro de la varilla más grande para el cálculo anterior.
- No deberá traslaparse más del 50% de las varillas en la misma dirección.
- La longitud de traslape y anclaje de las varillas son las que se indican en la siguiente tabla:

VARILLA No.	DIAMETRO (in)	LONGITUD DE TRASLAPE O ANCLAJE (cm)
3	3/8	35
4	1/2	45
5	5/8	55
6	3/4	70
8	1	115

- Rematar todos los estribos con ganchos de 10cm de longitud, doblado con un ángulo exterior mínimo de 135°.
- Se aplicaron las NTC-2017.

INSPECCION

- La estructura deberá ser inspeccionada desde su fabricación para verificar que este dentro de lo establecido en el proyecto.
- Cualquier material que no cumpla con especificaciones deberá ser rechazado para garantizar la calidad de la estructura.
- Se deberá cumplir con todas las especificaciones del proyecto, debido a que cualquier omisión podría ocasionar un comportamiento no esperado durante un evento sísmico.

8.- Conclusiones

Mediante este proyecto se ha tratado de exponer de la forma más sencilla y practica posible sobre las bases principales del análisis estructural de una casa-habitación.

Considero que la estructuración de una casa-habitación es importante pensando que la construcción de la misma lleva por origen la familia que con esfuerzo y trabajo de muchos años ven en una casa un patrimonio para ellos. Por lo que es importante diseñar cada uno de los elementos de la estructura de una casa cumpliendo y acatando la normatividad que en este caso son NTC-2017, las Normas Técnicas Complementarias de la ciudad de México.

Me di cuenta que el análisis estructural engloba varios aspectos a considerar como los materiales que tienen que ser de buena calidad por lo que durante la construcción de la casa es necesario llevar buen control de calidad sino es probable que haya fallo en la estructura, otro aspecto importante es el tipo de suelo sobre el que se va a desplantar por lo que es necesario realizar las pruebas necesarias para ver el tipo de suelo y su capacidad de carga, para que no haya asentamientos diferenciales.

Puedo concluir diciendo que además de los aspectos anteriores es importante que el ingeniero este al día con las normativas, puesto que estas cambian cada cierto tiempo debido a que la realidad del mundo va cambiando por ejemplo hace algunos años en los que yo estudiaba en la facultad las normas que regían para la construcción de estructuras de concreto eran las NTC-2014 y debido a el sismo que se produjo en septiembre de 2017 en México se actualizaron y ahora toda construcción de concreto debe acatar las NTC-2017.

9.- Agradecimientos

Primero que nada quiero agradecer a dios por este pequeño logro, por darme salud y sobre todo por darme la dicha de estar con mi familia.

Gracias mis padres por darme la vida, por su ejemplo de trabajo, y por el apoyo moral y económico para poder cumplir mis objetivos.

A mis hermanos por estar conmigo en los buenos y malos momentos, por sus consejos y el apoyo para seguir adelante.

A mi novia y amigos por apoyarme y además que de una u otra manera han contribuido para que sea mejor persona.

Gracias a M.D.U. Pedro Ángel López Monroy que en algún momento de la carrera contribuyo con sus conocimientos a mi formación como profesionista, y ahora que me ha ayudado como mi asesor dándome su valioso tiempo y conocimiento para el final de este trabajo.

Gracias también a M.C. Efraín Gonzales Sánchez por ser mi profesor en la carrera, y porque contribuyo con sus conocimientos en las estructuras a que se realizara este trabajo.

10.- Bibliografía

Notas de clase del curso “Diseño estructural de casa habitación” dado por el M.C.

Efraín González Sánchez

Reglamentos de las Normas Técnicas Complementarias, NTC-2017.

www.sgm.gob.mx

Sismología de México

www.estudioshistoricos.inah.gob.mx