



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ARAGÓN"

**DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE UN
TANQUE DE TORMENTA PARA LA "FES ARAGON"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

GILBERTO NÁJERA ROSAS

ASESOR:

ING. JORGE ARTURO PANTOJA DOMÍNGUEZ



MÉXICO

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Página
INTRODUCCIÓN (A3)	5
OBJETIVO PRINCIPAL	5
OBJETIVO PARTICULAR	6
CAPITULO 1 (A4)	7
1 ANTECEDENTES HISTORICOS.	7
1.1 ADMINISTRACIÓN DE LA FES ARAGÓN.	13
1.2 ANTECEDENTES DE PROYECTO.	13
1.3 MARCO FISICO.	14
1.3.1 Información geográfica del Estado de México.	14
1.3.2 Geoformas.....	15
1.3.3 Clima.....	15
1.3.4 Hidrología superficial.	16
1.4 ZONA DE PROYECTO	17
1.4.1 Toponimia.	17
1.4.2 Demografía.	18
1.4.3 Geografía.....	18
1.4.4 Zona Lacustre.....	19
1.4.5 Histórico y Cultural.	19
CAPITULO II (A5)	21
2 ASPECTOS GENERALES PARA EL DISEÑO.	21
2.1 CONCEPTOS GENERALES	22
2.1.1.- Hidrología:	22
2.1.2.- Captaciones:.....	22
2.2 CONCEPTOS GENERALES PARA EL DISEÑO.	24
2.2.1 Radio hidráulico.	24
2.2.2 Perímetro mojado.	24
2.2.3 Área hidráulica.....	24
2.2.4 Carga hidráulica.	24
2.2.5 Rugosidad.....	24
2.2.6 Precipitación.	24
2.2.7 Cuenca.	24
2.2.8 Escurrimiento.....	24
2.2.9 Conducción.....	24
2.3 EL MÉTODO RACIONAL AMERICANO.	25
2.3.1 TC (Tiempo de concentración).	25

2.4	NOCIONES DE HIDROMETEREOLOGIA.....	26
2.4.1	Definiciones.....	26
2.4.2	Modelos de lluvia.....	26
2.5	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL DE LA ZONA.	27
2.5.1	Punto de levantamiento.....	27
2.5.2	Pico.....	27
2.5.3	Punto de inflexión.....	28
2.5.4	Final del escurrimiento directo.....	28
2.5.5	Tp. Tiempo de pico.....	28
2.5.6	Tb. Tiempo base.....	28
2.5.7	Rama ascendente.....	28
2.6	DETERMINACION DEL ÁREA DE LA CUENCA.....	29
2.7	IMAGEN SATELITAL DEL CAMPUS ARAGON.....	31
CAPITULO III (A6).....		33
3	DISEÑO HIDRÁULICO.....	33
3.1	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.....	34
3.2	PENDIENTES HIDRAULICAS MEDIAS DEL ÁREA PRINCIPAL.....	35
3.3	CARACTERISTICAS DE LA PRECIPITACIÓN.....	35
3.4	METODO DE ALVORD.....	36
3.5	METODO DE HORTON.....	37
3.6	METODO DE NASH.....	38
3.7	CÁLCULO PARA EL GASTO DE DISEÑO.....	38
3.8	DISEÑO DE LA RED DE CAPTACION Y CONDUCCION.....	41
3.8.1	UBICACIÓN DEL TANQUE.....	41
3.8.2	PLANO DE AREAS DE APORTACIÓN.....	43
3.8.3	PLANTA GEOMETRICA.....	44
3.8.4	ELEVACION DEL TANQUE (CORTE A-A').....	45
CAPITULO IV (A7).....		46
4	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	46
4.1	DATOS PARA EL DISEÑO.....	46
4.1.1	PARÁMETROS PARA EL DISEÑO.....	46
4.2	GEOMETRÍA GENERAL.....	47
4.3	CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	49
4.4	CONSIDERACIONES POR CARGA ESTÁTICA.....	50
4.5	CONDICIONES DE DISEÑO.....	50
4.6	CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO POR SISMO.....	52
4.7	REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA CON EL PROGRAMA STAAD.PRO.V8.....	53
4.7.1	MODELO.....	53
4.7.2	DIMENSIONES GENERALES DEL MODELO.....	54
4.7.3	PARTE REPRESENTATIVA DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL TANQUE.....	55

4.7.4	DATOS DE ENTRADA DEL DISEÑO ESTRUCTURAL POE EL PROGRAMA STAAD.PRO	58
4.7.5	RESULTADOS DE ANALISIS Y DISEÑO	61
CAPITULO V (A8)		65
5	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	65
5.1	TRAMITOLÒGIA	65
5.2	UBICACIÒN.....	65
5.3	TRAZO Y NIVELACIÒN.....	65
5.4	EXCAVACIONES	65
5.5	RELLENOS.	66
5.5.1	GENERAL.....	66
5.5.2	PREPARACIÒN DEL TERRENO PARA RELLENOS	66
5.5.3	MATERIAL PARA RELLENO	67
5.5.4	RELLENO TIPO A	67
5.5.5	RELLENO TIPO "B"	69
5.6	DRENAJES	69
5.6.1	DRENAJE PLUVIAL	69
5.7	CONCRETO SIMPLE Y REFORZADO.....	72
5.8	ACERO DE REFUERZO	74
5.9	CONCRETO PREMEZCLADO.	76
5.10	MEZCLA Y TRANSPORTE.....	77
5.11	CONTROL	78
5.12	OBRA FALSA Y MOLDES.	80
5.12.1	DISEÑO.....	80
5.12.2	PREPARACIÒN Y DECIMBRADO.	80
5.12.3	SEPARADORES DE CIMBRA Y PERNOS.	81
5.12.4	TIPOS DE ACABADO.	82
5.12.5	COLOCACIÒN DE CONCRETO.....	84
5.12.6	VIBRADO.....	85
5.12.7	JUNTAS DE CONSTRUCCIÒN.	86
5.12.8	CURADO Y PROTECCIÒN.....	87
5.12.9	JUNTAS DE EXPANSIÒN.....	88
5.13	CONCRETO ESTRUCTURAL	88
5.13.1	MATERIALES PARA CONCRETO HIDRÁULICO.	90
5.14	.BASES PARA ESTIMACIONES.....	91
5.15	PROTECCIÒN MECÁNICA DEL CONCRETO	91
5.16	NORMAS Y CODIGOS.....	92
5.17	ACERO.	92
5.18	MANO DE OBRA.	92
5.19	EQUIPO Y HERRAMIENTA.....	93
5.20	ALMACENAMIENTO.	93
5.21	SISTEMA DE EJECUCIÒN.....	93
5.22	DOBLADO DE VARILLAS.....	93

5.23	COLOCACIÓN Y ATADURA.....	94
5.24	TRASLAPES.....	94
5.25	RECUBRIMIENTOS.....	94
5.26	PRUEBAS.....	94
5.27	TOLERANCIAS.....	95
5.28	SUPERVISIÓN Y RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	95
5.29	BASES PARA ESTIMACIONES PARA ACERO DE REFUERZO.....	96
CONCLUSIONES (A10)		97
6	CONCLUSIONES	97
BIBLIOGRAFÍA (A 11)		99
7	BIBLIOGRAFIA.....	99
ANEXOS (A12)		100
8	ANEXOS.....	100
8.1	ANEXO 1.....	101
8.2	ANEXO 2.....	101
8.3	ANEXO 3.....	102
8.4	ANEXO 4.....	102
8.5	ANEXO 5.....	103
8.6	ANEXO 6.....	104

INTRODUCCIÓN (A3)

Este trabajo será enfocado para la elaboración de un proyecto ejecutivo con el fin de diseñar un sistema de captación de agua pluvial que escurre sobre el terreno que ocupa el campus de la FES Aragón.

Tomando en cuenta las áreas de naves y edificios que ocupa dicho campo. Así mismo esta agua será conducida mediante una red de tuberías o ductos para ser almacenada en tres tanques de tormenta que se puedan construir en zonas específicas y poder dar uso de esta agua a los servicios sanitarios y riego de áreas verdes.

Por funcionalidad, economía y poder obtener mejores beneficios este proyecto será dividido.

Por lo que solo se analizara el área que ocupa el estacionamiento general ubicado en la parte norte de la FES Aragón.

Que aproximadamente ocupa una tercera parte del área total de la misma.

Lo que dará como resultado el diseño de un tanque de tormenta que podrá ser tomado como ejemplo para el diseño de los otros dos o más tanques, y si, al poder ser realizado pueda convenir a los intereses de dicha institución.

Y se logre el objetivo principal para beneficio de la Universidad, el medio ambiente y la sociedad civil en general.

OBJETIVO PRINCIPAL.

El objetivo principal es el diseño hidráulico y estructural de un tanque de tormenta que tenga la capacidad de almacenar el agua de lluvia para posteriormente ser utilizada de forma económica y funcional para beneficio de la Fes Aragón, además que se pueda tipificar para otras instituciones de la Universidad Nacional Autónomas de México.

Los beneficios más evidentes serian de entrada que, con este sistema se podría combatir los encharcamientos dentro de este campo teniendo un mejor panorama para poder circular sin problemas.

Otro beneficio seria un menor gasto pluvial sobre el drenaje municipal de la localidad ayudando con menores inundaciones sobre las calles y avenidas.

Como consecuencia el Río de los Remedios tendría una menor entrada de agua tomando en cuenta que la cuenca que se controlaría seria de aproximadamente entre 45 y 50 Ha. Tomando en cuenta toda le FES.

OBJETIVO PARTICULAR

El objetivo particular está encaminado para que se tenga este proyecto con los estudios y elementos complementarios necesarios para su construcción de un tanque tipo, que beneficiara a una tercera parte del área total que ocupa la FES Aragón particularmente este proyecto será para el estacionamiento general de dicha institución.

Podemos agregar que para este trabajo de tesis se aplicaran los conocimientos adquiridos de las asignaturas que se cursaron dentro del plan de estudios de la carrera de ingeniería civil como también la experiencia laboral dentro del ramo ingenieril.

Las materias que se involucran para poder desarrollar dicho trabajo son:

Mencionando de forma alfabética.

1. Alcantarillado.
2. Análisis estructural.
3. Captaciones y conducciones.
4. Dibujo.
5. Diseño estructural.
6. Hidráulica básica.
7. Hidrología.
8. Organización de obras.
9. Topografía.

Así también las básicas de tronco común que no dejan de ser importantes.

CAPITULO 1 (A4)

1 ANTECEDENTES HISTORICOS.

La Facultad de Estudios Superiores Aragón es una unidad multidisciplinaria de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicada en la zona norte del municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México.

Inicia sus labores el 1 de enero de 1976, obedeciendo a la alta demanda de la población escolar concentrada en Ciudad Universitaria, que hizo necesario un programa de descentralización, a partir de una ubicación en las zonas de mayor demanda educativa.

En febrero de 1974, el Consejo Universitario aprobó la realización del Programa de Descentralización de Estudios Profesionales de la UNAM, teniendo como propósito regular el crecimiento de la población escolar, redistribuir la oferta Educativa y contribuir la expansión y diversificación del sistema de educación superior del país.

En el caso de la FES Aragón, la Universidad Nacional tuvo un gran acierto al llevar la cultura a una zona muy marginada (como era ciudad Nezahualcóyotl), carente hasta de los más elementales servicios municipales, con deficiencias ambientales, bajos ingresos, baja escolaridad y por tanto con La urgente necesidad de capacitación y promoción social.

Así, la FES Aragón, quinta escuela de este Programa, respondía a un planteamiento nacional: la masificación de la educación superior, producto sin duda de la gran demanda de profesionistas que impone una sociedad en desarrollo acelerado y la alta tasa de crecimiento demográfico de nuestro país.

Por lo que fue planeada para atender de 15 mil, A 20 mil alumnos, guardando proporciones adecuadas.

El área territorial que ocupa esta Facultad se describe con las siguientes avenidas principales:

Al Norte con Av. Rancho seco, Col. Impulsora, al Sur con Av. Prados Aragón,

Al oriente con Av. plazas Aragón y al poniente con Av. Bosques de África

Desarrollando un área aprox. De 38.5 ha.

Lo que en algún momento las lluvias han ocasionado dentro y fuera del Campus Aragón encharcamientos considerables debidos tal vez a que los colectores municipales no son suficientemente capaces de recibir el gasto que se genera con dicha área la misma que es aportada al drenaje municipal.

Recordando las precipitaciones que han ocurrido en los últimos 10 años cada vez es mayor la cantidad de agua que cae.

Por lo que es necesario tratar de controlar en lo que se pueda con propuestas que de alguna forma puedan beneficiar a la comunidad en general y su vez aprovechar el agua de lluvia para benefició de la propia naturaleza.

Como ejemplo de los encharcamientos a continuación se presentan Algunas fotografías del estacionamiento después de haber ocurrido una lluvia de regular intensidad.



Esta fotografía muestra la parte del estacionamiento en la zona frente al auditorio de la facultad.



Aquí se puede ver un panorama general del estacionamiento al entrar a la Facultad. Por la av. Rancho seco.



Aquí se muestra la zona encharcada frente al acceso hacia el corredor que llega a la biblioteca Jesús Reyes Heróles.



Esta zona encharcada se localiza frente al corredor de los laboratorios de ingeniería.



En esta foto se muestra la zona final del estacionamiento que se encuentra a un costado del salón de usos múltiples y detrás del gimnasio.

Así, en las anteriores fotos se observaron algunas partes del estacionamiento que muestran los encharcamientos que se mencionan.

1.1 ADMINISTRACIÓN DE LA FES ARAGÓN.

Las autoridades o dirigentes que han desfilado de la última década en este Campus son:

En 1998 a 2001

Estuvo presidida por el Mtro. Carlos Eduardo Levy Vázquez, quien dio especial énfasis a la estabilidad de los profesores de carrera, técnicos académicos y profesores de asignatura. Se adquirió equipo de punta para los laboratorios y talleres de ingeniería, humanidades y arte, ciencias sociales y Centro Tecnológico. El personal académico administrativo recibió equipo de cómputo moderno. El área deportiva tuvo una total remodelación y se construyeron canchas de fútbol rápido y de voleibol playero. Además se reforzó toda la reja perimetral del plantel.

Gobierno interino. Después de la renuncia del Mtro. Carlos Levy al frente de la facultad en abril de 2001, fue designado como director interino el Lic. Carlos Chávez Aguilera, quien únicamente fungió en este encargo durante 53 días, para realizar la transmisión de poderes a la directora, Arq. Lilia Turcott González.

Del 2001 a 2009

Fue encabezada por la Arq. Lilia Turcott González -la primer mujer como directora- durante dos periodos. El logro más importante y valioso durante su administración se dio el 31 de marzo de 2005 cuando en sesión del Consejo Universitario, se aprobó por unanimidad la reforma del Estatuto General de la UNAM y con ello transformó a esta unidad multidisciplinaria de Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) a Facultad de Estudios Superiores (FES).

En la actual administración: 2009-2013

Está a cargo del M.I Gilberto García Santamaría González, quien tomó posesión de la administración, luego de que la Junta de Gobierno de la UNAM lo designara como director de la FES. Su gestión será por un periodo de cuatro años que comenzó a partir del 16 de junio de 2009.

En la actualidad la FES cuenta con una gran oferta educativa que hasta hoy demuestra que los egresados tienen todas las herramientas y capacidades para brindar un mejor desarrollo social, personal y laboral.

1.2 ANTECEDENTES DE PROYECTO.

Como parte del mejoramiento de la infraestructura de drenaje de la FES Aragón se contempla la elaboración de un proyecto hidráulico y estructural de un tanque de tormenta para el almacenamiento pluvial, así como, también una red de drenaje para su conducción y captación.

Por lo que será necesario un estudio general y complementario para obtener datos e información necesaria de las condiciones hidráulicas e hidrológicas con la que se podrá analizar con mejores resultados el cálculo hidráulico y así poder obtener el gasto de diseño de nuestro tanque.

Para determinar la solución conceptual del drenaje pluvial de esta zona será necesario conocer la siguiente información.

- 1.-Marco Físico.
- 2.-Topografía de la zona.
- 3.-Hidrografía de la cuenca.
- 4.-Cartografía.
- 5.-Pluviografía.
- 6.-Pluviometría.

1.3 MARCO FISICO.

1.3.1 Información geográfica del Estado de México.

El territorio estatal ocupa una superficie de 22,499.95 kilómetros cuadrados, que representa 1.1% del total nacional, y se localiza entre las coordenadas geográficas extremas siguientes:

Longitud Oeste	Latitud Norte
98° 35' 30"	18° 21' 15"
100° 37' 00"	20° 17' 00"

Colinda al Norte con los estados de Querétaro e Hidalgo, al Oriente con Puebla y Tlaxcala, al Sur con Guerrero y Morelos, al Poniente con Michoacán, y envuelve al Distrito Federal con excepción de su territorio meridional.

Geología.

Desde el punto de vista de su geología, la entidad está comprendida en dos provincias: la del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. La primera abarca 16,636.51 Km² (73.9 %) de la superficie estatal, destacando en su entorno la presencia de aparatos volcánicos, principalmente conos cineríticos, es decir, edificios constituidos de cenizas y derrames basálticos, con estructuras como el Popocatepetl-Iztaccíhuatl, el Nevado de Toluca y el Cerro de Jocotitlán. Esta provincia concentra las reservas en explotación y potenciales en el rubro de minerales no metálicos, principalmente la existencia de arena, grava, tezontle, cantera, arcilla, tepojal, cuarzo y asbesto. En los municipios de San Felipe del Progreso y El Oro, existen yacimientos de cobre, plomo, zinc, plata y estaño, así como de mercurio en Temascalcingo y Acolman, entre otros.

1.3.2 Geoformas.

Son estructuras sólidas terrestres originadas y moldeadas sobre la corteza terrestre por agentes externos; entre estos se tiene a los elementos y factores climáticos, hidrológicos, viento y acción del hombre. Dentro de las geoformas representativas del Estado se tiene: la Sierra Nevada, sierras de Monte Alto y Monte Bajo, Sierra de Temascaltepec, Sierra de Nanchititla.

1.3.3 Clima.

Por su latitud geográfica, el Estado de México se ubica en la zona térmica tropical; sin embargo, su variación altitudinal que va desde los 400 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) en los límites con el estado de Guerrero (cerca de la Presa Vicente Guerrero), hasta los 5,200 msnm en la parte alta del Popocatepetl, tiene como consecuencia una diversidad climática.

El período de lluvias inicia generalmente durante el mes de mayo, cuando la corriente tropical de los vientos alisios domina sobre la República Mexicana y se incrementa a finales del ciclo (septiembre-octubre) por la incidencia de perturbaciones tropicales en el Océano Pacífico y el Golfo de México, fenómeno que se presenta como nubosidad y precipitación pluvial. Lo anterior es la causa más importante que permite la actividad agrícola de temporal, y la recarga de las presas y mantos acuíferos. Dada la variabilidad del relieve, se presentan también lluvias de tipo orográfico-convectivo. En las sierras Nevada y de las Cruces la precipitación es superior a los 1,000 mm anuales, siendo notables también los niveles que alcanza en la Cuenca del Balsas (Valle de Bravo, Tenancingo y Tlatlaya). La región con menor precipitación se localiza en la sección Norte y Noreste de la entidad, en los límites con el Estado de Hidalgo, predominando las zonas semi-áridas con menos de 600 mm de precipitación media anual. El Valle de Toluca se encuentra en el punto medio de los aspectos descritos con un promedio de 800 mm anuales. Las nubes dominantes en el período lluvioso son los cúmulos y cúmulo nimbos, que ocasionan granizadas en las partes más altas (Sierra Nevada, Ajusco y Sierra de las Cruces) y en las planicies.

El clima predominante es el templado, puesto que cubre 60% de la superficie total de la entidad; propicia las actividades agropecuarias, así como el establecimiento de los principales centros urbanos. Su influencia está asociada con las topoformas; hacia el Sur, el Eje Neovolcánico actúa como divisorio; en el sector occidental, el sistema de sierras que parte del municipio de Santo Tomás y bordea los límites con Michoacán, hasta el municipio de El Oro, actúa como límite físico; hacia el oriente comprende la mayor parte de los municipios estatales, con excepción de Chimalhuacán, Ecatepec, Atenco, Tezoyuca, Tecámac y Nezahualcóyotl, mismos que ocupan 2.33 % de la superficie total del Estado, y se ubican en la única área dominada por clima seco, aunque en realidad representan una franja de transición hacia el clima templado.

1.3.4 Hidrología superficial.

Los acuíferos tanto superficiales como subterráneos constituyen elementos inherentes de la hidrología. Dentro del Estado se localizan porciones de tres de las grandes regiones hidrológicas del país:

Lerma-Chapala–Santiago (RH12)

Río Balsas (RH18) y Alto Pánuco (RH26)

Lerma-Chapala-Santiago (RH12)

La cuenca del Alto Lerma se origina con el río que lleva éste nombre (en el municipio de Almoloya del Río) siguiendo un curso predominante Noroeste, para continuar su recorrido en los estados de Michoacán, Querétaro, Guanajuato, Jalisco y Nayarit; desembocando en el Océano Pacífico cerca del Puerto de San Blas.

Río Balsas (RH18)

La región hidrológica del Río Balsas comprende solamente la porción Suroeste del Estado. Entre los componentes más importantes está el Río Amacuzac, que se origina en el Volcán Nevado de Toluca con agua proveniente de la fusión de la nieve y las precipitaciones pluviales. Otra de las corrientes relevantes que alimenta esta cuenca es el Río Cutzamala.

Alto Pánuco (RH26)

La región hidrológica del Río Panuco abarca el sector Norte de la entidad. El río que le da nombre, nace en el drenaje de la Ciudad de México, originándose como un gran colector de aguas residuales domésticas, industriales y las que se derivan de la precipitación pluvial.

1.4 ZONA DE PROYECTO.

Municipio de Nezahualc6yotl



Escudo

Localización	
País	 México
• Estado	 Estado de México
• Cabecera	Ciudad Nezahualc6yotl
Superficie	63,44 km ²
Fecha de creación	de 3 de abril de 1963
Población	1.140.528 hab. (20051)
Gentilicio	Nezahualcoyense
Pdte. municipal	Edgar Ces6reo Navarro S6nchez 

Nezahualc6yotl es un municipio del Estado de México adyacente al borde oriental del Distrito Federal, constituye por tanto parte del 6rea metropolitana de la ciudad de M6xico y depende totalmente de la ciudad de M6xico. Su asiento municipal es ciudad Nezahualc6yotl conocido popularmente como "ciudad Neza". Aunque el municipio es de car6cter netamente urbano, se pueden distinguir dos 6reas urbanas separadas por 6reas despobladas, aunque no dedicadas a actividades primarias ni pertenecientes a reservas ambientales.

1.4.1 Toponimia.

Se llama as6 en honor a Nezahualc6yotl, el rey poeta de los aztecas rey de la cercana Texcoco, y fue construida sobre lo que es el lecho seco del que originalmente era el lago de Texcoco. Su nombre en la lengua N6huatl significa "coyote en ayuno".

Historia.

Su origen se ubica por la d6cada de 1940, cuando, debido a obras de desag6e de la cuenca de M6xico, y el proceso por el cual el Lago de Texcoco se desecaba, por lo cual algunas personas se establecieron en lo que entonces era la parte seca del Lago de Texcoco, que comenzaba a ver reducido su tama6o cada vez m6s.

A partir de 1945, gradualmente el n6mero de personas establecidas aument6, para 1949, se estima que hab6a solo 2.000 habitantes, seis a6os despu6s, en

1954, el número aumentó a 40.000, a pesar de las carencias de servicios y escrituras de los terrenos que ocupaban.

Glifo Tiene sus orígenes en la escritura ideográfica prehispánica, es la cabeza de un coyote de su cuello pende un pectoral real. Era tanta la importancia de este personaje que los tlacuilos (pintores) de la época prehispánica realizaron distintas representaciones de Nezahualcōyotl.

El coyote está en actitud desafiante, la lengua fuera del hocico y ligeramente enroscada hacia abajo. Un pectoral circunda el pescuezo y termina hacia el frente con dos eslabones, las orejas del coyote apuntan hacia arriba. Del pectoral parten tres adornos como símbolo de las ciencias, las artes y la poesía, además constituyen el culto a los dioses del rayo, del agua y de la tierra.

1.4.2 Demografía.

Su población para el conteo poblacional del año 2005 fue de aproximadamente 1.140.000 habitantes. Este municipio cuenta con una alta densidad poblacional; 19.324 habitantes por kilómetro cuadrado.

En resumen es uno de los municipios más poblados dentro del país.

En la actualidad Ciudad Neza ha dejado atrás los problemas de carencias en cuanto a servicios básicos, así como la disminución de los índices delictivos y por ende ha logrado un mayor desarrollo tecnológico y humano aunque falta por resolver pequeños focos rojos de delincuencia y la modernización y equipamiento de las vialidades y su imagen urbana para hacer más atractivo el municipio a la inversión privada.

Hoy en día su desarrollo económico está evolucionando, siendo un punto en potencia, tanto en la industria, el comercio y la cultura, al igual se pretende impulsar una zona especial parecida a Santa Fe para uso habitacional, comercial y recreativo atrayendo a niveles de población con alto poder adquisitivo (en resumen una zona dedicada a gente adinerada, ejecutiva y trabajadora en el lado Oriente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México). Aunque esto eleve el costo de la vida de quienes viven en los alrededores de este complejo ecológico.

Según el INEGI hasta el año 2003 la población económicamente activa es de 478 mil 479 personas y 98 mil 171 nezahualcoyotlenses contaría con fuente de trabajo dentro y fuera del municipio. Existen alrededor de 22 mil 268 unidades económicas en el municipio, los cuales ocupan 41 mil 046 personas, divididas en 22 mil 268 ocupan el sector comercial, 14 mil 988 en el sector de servicios, y 3 mil 797 en la manufactura.

1.4.3 Geografía.

El municipio de Nezahualcoyotl se ubica al oriente de la Ciudad de México, colindando con la Delegación Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Iztacalco y Venustiano Carranza. Colinda al norte con los municipios de Ecatepec de Morelos y Texcoco al Oriente con Chimalhuacan; al sur con el municipio de La Paz. Pertenece también al área metropolitana de la Ciudad de México, sus coordenadas son: altitud 2,220 msnm, latitud norte del paralelo 19° 21' 36" y 19° 30' 04" al paralelo; longitud oeste del meridiano 98° 57' 57" y 99° 04' 17" al

meridiano. Tiene una superficie de 63.44 km², La temperatura media anual de Nezahualcoyotl oscila entre los 14° C y 16° C.

El Coyote, una de las grandes de América Latina La obra escultórica denominada "Cabeza de Coyote" del artista Sebastián, de 40 metros de altura y un peso de 298 toneladas. Es considerada una de las obras más grandes no sólo del estado de México sino del país y de América Latina. Se localiza en la glorieta que forman las avenidas Adolfo López Mateos y Pantitlán, se distingue desde una distancia de más de dos kilómetros a la redonda. "Cabeza de Coyote" se inició en el 2005 con una inversión de dos millones de pesos y estaba proyectada para concluirse en un año, pero fue hasta el 23 de abril de 2008 cuando se inauguró.

Neza Norte.

En los límites de Nezahualcáyotl con la ciudad de México se encuentra ubicada la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Esta zona se encuentra en los límites entre el municipio de Ecatepec de Morelos y la delegación Gustavo A. Madero algunas de las colonias más importantes son: Bosque de Aragón, Impulsora, Valle de Aragón, Ciudad Lago, Cuchilla del Tesoro GAM, y el edificio de administración municipal zona norte conocido como "La Bola".

También se encuentra la Unidad Académica Profesional UAEM Nezahualcáyotl (Universidad Autónoma del Estado de México) en la zona conocida como Ciudad Jardín.

1.4.4 Zona Lacustre.

El municipio está dividido por una zona lacustre, que mide alrededor de 1.500 hectáreas desde el límite con el aeropuerto de la Ciudad de México hasta los conocidos el Río de Los Remedios y el Río La Compañía estas zona están formadas por ríos, lagunas, charcos de enormes extensiones donde la mayoría son zonas de Aguas Negras, es aun la zona más cercana a la Ciudad de México donde hay rasgos de lo que una vez fue el lago de Texcoco, en esta zona inicia una de las vialidades más importantes de la Ciudad de México llamada Anillo Periférico que recorre toda la Ciudad de México de Oriente-Sur-Poniente-Norte, en esta zona eran las desembocaduras al Lago de Texcoco del Canal de San Juan, el río Churubusco, el río Consulado y el río de los Remedios, actualmente se pueden apreciar un Bosque a un costado de la Autopista Peñón-Texcoco y una parte del lago de Texcoco conocido como lago Nabor Carrillo casi en los límites de los Municipios de Texcoco y Chimalhuacán.

1.4.5 Histórico y Cultural.

Palacio Municipal de Nezahualcoyotl

Edificio de estilo modernista y funcional, sede de la autoridad legal y administrativa del municipio de Ciudad Nezahualcáyotl, fue inaugurado el 15 de septiembre de 1983 y se encuentra asentado dentro del conjunto denominado "Plaza Unión de Fuerzas" (en memoria de las organizaciones fundadoras del municipio), que

abarca una extensión de 5.725 m²; el Palacio Municipal es un edificio de tres niveles, rodeado de cuatro pirámides y cinco monumentales esculturas en bronce del Rey poeta Nezahualcóyotl, Moctezuma, Cuauhtémoc, José María Morelos y el Padre de la Patria Miguel Hidalgo y Costilla. Se localiza en Av. Chimalhuacán S/N, Colonia Benito Juárez.

- Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl (UTN)

Institución educativa creada por Decreto del Congreso del Estado de México el 7 de septiembre de 1991, forma parte del Subsistema de Universidades Tecnológicas del país; ofrece seis carreras y se cursan en dos años cada una de ellas: Administración, Comercialización, Informática, Procesos de producción, Tecnología ambiental y Telemática. La UTN cuenta con una considerable infraestructura deportiva: pista de atletismo, cancha de fútbol y volibol, gimnasio techado, alberca olímpica y un estadio profesional de fútbol. A fines de 2002 la UTN recibió el Certificado de Calidad ISO 9001-2000, otorgado por el organismo verificador CALMECAC.

La UTN se ubica en Circuito Universidad Tecnológica S/N, colonia Benito Juárez, Cd. Nezahualcóyotl México, C.P. 057000.

- Universidad Autónoma del Estado de México - Unidad Académica Profesional Nezahualcoyotl. UAEM

- Orquesta Sinfónica Infantil de Nezahualcóyotl (OSIN) y Banda Sinfónica de Nezahualcóyotl.

- Facultad de Estudios Superiores (FES) Aragón, UNAM. Anteriormente Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Aragón

Forma parte del Programa de Descentralización de Estudios Profesionales de la Universidad Nacional Autónoma de México, fue diseñada para recibir entre 15 y 20 mil estudiantes.

Creada el 23 de septiembre de 1975, inició actividades el 1 de enero de 1976. La FES Aragón otorga estudios en 12 licenciaturas: Arquitectura, Comunicación y Periodismo, Derecho, Diseño Industrial, Economía, Ingeniería Civil, Ingeniería en Computación, Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Pedagogía, Planificación para el Desarrollo Agropecuario, Relaciones Internacionales y Sociología. Además, los Doctorados de Pedagogía, y Derecho; Maestrías en Pedagogía, Derecho y Economía; y la Especialización en Puentes.

La FES-Aragón cuenta con Centro de Cómputo, Sistema de Universidad Abierta y un Centro de Lenguas Extranjeras, entre otras instalaciones. Se ubica en Av. Rancho Seco, S/N., colonia Impulsora, zona norte de Ciudad Nezahualcóyotl.

CAPITULO II (A5)

2 ASPECTOS GENERALES PARA EL DISEÑO.

El objeto de la obra de un tanque de tormenta es para transformar un régimen de aportación constante en un régimen de demanda variable. Es decir poder contar y hacer uso en el momento necesario con este vital líquido.

En estas estructuras se almacena el agua de lluvia y que no se consume en las horas de demanda mínima así mismo se podrá disponer del volumen adicional de reserva en prevención de incendios, en el caso, que no se cuente para el servicio de sanitarios por algún corte o reparación de las instalaciones, o bien para el riego de aéreas verdes, se hará uso de esta agua almacenada.

Un tanque puede ser superficial, elevado o enterrado el tercer caso será el que se diseñara.

Con respecto a las formas el más socorrido es de forma rectangular construido de concreto armado.

Así que, en este caso la forma de relación de ancho a largo en función del menor costo está dada por la expresión:

$$n+1/ (2n)$$

En la que n es el número de divisiones o compartimientos (crujías).

Se puede decir que nuestro tanque almacenara solo el gasto acumulado por él, o las áreas de aportación de agua pluvial que se le asigne para tal función.

Ya que el área total de campus estaría dando un gran gasto de aportación, que como consecuencia, el diseño del tanque seria de dimensiones extremas.

Por tanto se dividirá el aérea total del campus en tres partes para que el tanque sea lo más funcional, económico y cumpla el objetivo determinado.

Por lo tanto le área de estudio para este proyecto será solamente La parte del estacionamiento general.

Así que será necesario conocer con la mayor precisión las dimensiones de la dicho estacionamiento por lo que se consultan los planos topográficos, de conjunto y arquitectónicos o complementarios para obtener la información necesaria o en su defecto haremos uso de algún levantamiento con cinta de la zona en estudio.

También se podrá obtener datos e información el de investigaciones particulares.

Para el análisis hidráulico de nuestro tanque usaremos método Racional Americano que se explicara más adelante.

Antes de entrar al estudio de este método se explicara brevemente algunos conceptos generales de hidráulica, hidrología y captaciones.

2.1 CONCEPTOS GENERALES

2.1.1.- Hidrología:

La hidrología (hidro=agua,logos=ciencia) es la ciencia que trata de las características, distribución y comportamiento del agua en la naturaleza.

Está íntimamente relacionada con otras ciencias que abarcan parte de su campo de estudio o que tratan el tema desde otros ángulos: Oceanografía, Metrología, Geología, etc. El ciclo hidrológico, especialmente lo que se relaciona con la precipitación sobre la tierra, escurrimiento superficial y subterráneo y retorno del agua a la atmosfera, es el tema central de la hidrología.

Se entiende por precipitación el agua que cae de la atmosfera a la superficie de la tierra. Se mide en mm. de altura. La intensidad de la precipitación se estima como la cantidad de agua caída en una unidad de tiempo.

El escurrimiento o gasto de una corriente es la cantidad de agua aportada en una determinada aérea de captación en un periodo de tiempo determinado, es la cantidad remanente de la precipitación sobre la cuenca después de las demandas de la vegetación y pérdidas por evaporación y por filtración.

El coeficiente de escurrimiento es la relación entre el volumen de agua llovida y el agua escurrida de una determinada área en un periodo de tiempo.

2.1.2.- Captaciones:

Ahora hablaremos de forma general de las obras de captación.

Se entiende como obra de captación a la estructura o estructuras que nos permite tomar en las mejores condiciones posibles el agua de la fuente de abastecimiento elegida.

La captación de agua de lluvia o agua atmosférica hasta ahora es la que más se aprovecha.

Existen zonas donde no se cuenta de agua superficial ni subterránea o que se disponen de ellas pero que son económicamente inaccesibles por distintos aspectos.

En este caso no se trata de captar el agua de lluvia para un servicio de abastecimiento de agua potable si no para almacenamiento y uso exclusivo de riego y/o sanidad de la FES Aragón.

Además que servirá para que de alguna forma poder evitar que el agua se descargue en la red municipal ayudando a que no se saturen las tuberías logrando a su vez menores encharcamientos en la zona y dentro del estacionamiento.

Siendo el agua de lluvia que se considera de buena calidad al caer sobre la superficie esta se contamina durante la recolección o en el almacenamiento por lo que será necesario tomar medidas para que esto no suceda.

Para captarlas se utilizan distintas formas según las necesidades o posibilidades del lugar en este caso se hará de una forma rápida y sencilla.

La cubierta debe ser impermeable para preservarla del polvo, excrementos de animales, caída de insectos o agua sucia o contaminada.

- 1.- El depósito de almacenamiento no debe tener grietas tanto para no tener pérdidas como para evitar la entrada de agua contaminada.
- 2.- El sistema de filtración.
- 3.- Debe contar con un sistema sanitario de extracción de agua, en forma gravitacional si la topografía la permite o una bomba dispuesta en condiciones sanitarias.
- 4.- Un Será un sistema de tuberías diseñando una red para conducirla hasta el tanque esta tubería se propondrá según las condiciones hidráulicas que se presenten aunque se puede adelantar que para facilitar la construcción en general de esta red se cuenta con un sistema "Drenarapid" el cual consiste en una tubería de acero galvanizado que cuenta con una cresta longitudinal perforada la cual no necesita de mayor profundidad para su funcionamiento las especificaciones y características de dicha tubería se darán más adelante.
o bien se propondrá tubería de polietileno alta densidad (PAD). Que en la actualidad se utiliza en diferentes obras de alcantarillado.
De las medidas sanitarias básicas que se deben considerar para nuestro tanque son:
- 5.- Se deberá verificar que por lo menos no existan instalaciones sanitarias cercanas
- 6- Se deberá de realizar un análisis bacteriológico y desinfectar el agua almacenada por lo menos en dos ocasiones en un año.

2.2 CONCEPTOS GENERALES PARA EL DISEÑO.

2.2.1 Radio hidráulico.

(Rh) Es la relación entre el área hidráulica y el perímetro mojado de una sección.

$$Rh=A/P$$

2.2.2 Perímetro mojado.

(P) Es el perímetro de la sección transversal del tanque o conducto que está en contacto el agua con la pared.

2.2.3 Área hidráulica.

Es el área de la sección transversal ocupada por el líquido dentro del tanque o conducto.

2.2.4 Carga hidráulica.

(H) Es la altura total que se obtenga en el diseño del tanque.

2.2.5 Rugosidad.

(ε) Se refiere a las irregularidades en la superficie de contacto del conducto así como las esperezas de diferentes alturas y con distribución irregular o aleatoria.

2.2.6 Precipitación.

La precipitación desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre.

Y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua.

2.2.7 Cuenca.

Es una zona de la superficie terrestre (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por un sistema de corrientes hacia un mismo punto.

En nuestro caso será drenada por conductos hasta una obra de almacenamiento.

2.2.8 Escurrimiento.

El escurrimiento se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre la superficie y que llega finalmente a una salida.

Así mismo se puede decir que el flujo sobre el terreno, junto con el escurrimiento forma el escurrimiento superficial.

2.2.9 Conducción.

Es la forma en que el agua se transporta mediante la presión atmosférica ya sea en un conducto cerrado o abierto llevada hasta una obra de almacenamiento o fuente de abastecimiento.

2.3 EL MÉTODO RACIONAL AMERICANO.

Este método se basa en la relación lluvia –escurrimiento para calcular la creciente de una cuenca o gasto de una determinada área en estudio.

Este método es uno o el más utilizados y conocido para tal evento y su fórmula es:

$$Q = 2.778 \cdot C \cdot i \cdot A \quad \text{Its/seg.}$$

Donde:

Q Es el gasto Máximo

C Es el coeficiente de escurrimiento adimensional

i La intensidad de la lluvia (mm/hr.)

A el área de la cuenca en (Ha.)

Si se observan las unidades de gastos quedan expresadas en mm/ha./hr., para convertirlo en Its/seg. Se le aplica el factor para transformarlo de unidad cuyo valor es (2.778).

La intensidad de lluvia (i) tiene una duración igual a la que se asigna a la tormenta de diseño, comúnmente el tiempo de concentración (Tc) y un periodo de retorno (Tr) igual al que se selecciono para el gasto máximo que se calcula.

Lógicamente se estima con base en las curvas Intensidad-Duración-Periodo de retorno, que caracteriza a las tormentas de la zona que se trate.

2.3.1 TC (Tiempo de concentración).

Es un concepto idealizado que se define como el lapso que le toma a la lluvia que cae en el punto más lejano o critico de la cuenca hasta su desalojo.

Esta definición indica que es el tiempo que tarda en viajar el agua y no la distancia.

También se podría definir como el tiempo desde que comenzó la lluvia en exceso hasta que todas las porciones de la cuenca de drenaje están contribuyendo simultáneamente al gasto de salida o mejor dicho el tiempo que duración de una tormenta.

La designación de Método Racional Americano se debe a su concepción teórica elemental pues cuando una intensidad de lluvia (i) ocurre durante un cierto lapso de tiempo (t) una parte a de la cuenca contribuye con escurrimiento a la mas cercana salida y en una proporción (c) de la lluvia.

En cuanto el (t) avanza hasta llegar al Tc,(a) se convierte en A de esta forma se llega al gasto máximo (Q) por lo que se obtiene $Q=C.i.A$.

Se considera que para duraciones menores del Tc, el efecto en la reducción del área de cuenca es mayor que el debido al incremento en la intensidad de la lluvia.

Este método es una descripción sencilla del proceso lluvia-escurrimiento en la cual los efectos de la lluvia y del área de cuenca son tomados explícitamente y los efectos de las condiciones físicas de la misma se toman en cuenta de manera indirecta a través del Tc y del valor de C.

La infiltración y demás pérdidas no se consideran de una manera física real, sino indirecta global en el coeficiente de escurrimiento C . El almacenamiento temporal del escurrimiento sobre el terreno y las tuberías de conducción, así como las variaciones temporales y espaciales de la lluvia son ignorados completamente, por lo cual el método solo es válido cuando tales efectos son pobres. La cantidad de vapor de agua que se encuentra contenida en el aire.

2.4 NOCIONES DE HIDROMETEREOLOGIA.

La meteorología es el estudio de todos los fenómenos que ocurren en relación con el agua atmosférica.

2.4.1 Definiciones.

a) Presión atmosférica.

Es el peso de la columna de aire que gravita sobre una unidad de área. La presión atmosférica se mide normalmente con equipos que usan el principio de Torricelli.

b) Presión de vapor.

Es la presión de la fase gaseosa o vapor de un sólido sobre su base líquida, para una temperatura determinada en la que la fase líquida y el vapor está en equilibrio dinámico.

c) Agua Precipitable.

Para que se formen las nubes, el agua que se evapora de la superficie terrestre debe elevarse hasta que la presión y la temperatura sean las necesarias para que exista condensación, es decir hasta que alcanza el punto de rocío.

2.4.2 Modelos de lluvia.

Los modelos de lluvia son métodos con los cuales se aíslan los factores significativos en el proceso de precipitación y se extrapolan hasta sus extremos probables, de tal manera que se tenga una idea razonable de la máxima precipitación que puede caer en una zona dadas ciertas condiciones atmosféricas. Solo que estos modelos solo son aplicables a gran escala que a tormentas pequeñas.

Los modelos de lluvia más simples son el de plano inclinado y el convergente. El primero describe, de modo simplificado, el proceso que se da en la producción de precipitación de tormentas orográficas o frontales.

Mientras que el segundo describe el que se verifica en el caso de tormentas convectivas o en el de las ciclónicas.

2.5 ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL DE LA ZONA.

Este escurrimiento es aquel que llega más rápido hasta la salida de la cuenca, en este caso el escurrimiento será directo ya que en una tormenta la precipitación efectiva llegara de forma casi inmediata a nuestro sistema de captación de forma que el escurrimiento que se presentara no generara un tiempo notorio en su captación siendo que el terreno en estudio del Campus Aragón será en la parte frontal del mismo donde tenemos un estacionamiento y el piso es de pavimento aunque por otro lado el área donde se localiza terracería tendrá un coeficiente de escurrimiento mayor para ser captado este escurrimiento.

Entonces se localizaran los puntos bajos de dichas áreas para que se puedan construir algunos registros pluviales y estos se puedan conecten a nuestra red de tubería “DRENA-RAPID”.

O bien a una red de tuberías de polietileno alta densidad para su captación. Así mismo se conducirá al tanque ubicado en un lugar estratégico previendo de la manera más económica, funcional y que no afecte alguna instalación existente dentro del lugar.

Dicho escurrimiento lo podemos mencionar como flujo superficial por su viaje y captación casi instantáneo una vez ocurrida la tormenta, de una forma ilustrativa se puede observar con una grafica de un Hidrógrama.

Si se mide el gasto (que se define como el volumen de escurrimiento por unidad de tiempo) que pasa de manera continua durante todo un año por una determinada área o sección y se grafican los valores obtenidos contra el tiempo. Una grafica como la anterior se denomina hidrógrama y se describe como sigue:

2.5.1 Punto de levantamiento.

En este punto, el agua proveniente de la tormenta bajo análisis comienza a llegar a su destino y se produce inmediatamente iniciada la tormenta, durante la misma e incluso cuando transcurrido ya algún tiempo después de que ceso de llover, dependiendo de varios factores, entre los cuales se encuentra el tamaño de la cuenca su sistema de drenaje y suelo, la intensidad y duración de la lluvia.

2.5.2 Pico.

Es el gasto máximo que se produce por la tormenta. Con frecuencia es el punto más importante de un hidrograma para fines de diseño.

2.5.3 Punto de inflexión.

En este punto es aproximadamente cuando termina el flujo sobre el terreno, y de aquí en adelante, lo que queda de agua en la cuenca escurre libremente, una parte se infiltra y otra se evapora.

2.5.4 Final del escurrimiento directo.

De este punto en adelante el escurrimiento es solo de origen subterráneo. Normalmente se acepta como el punto de mayor curvatura de la curva de recesión, aunque pocas veces se distingue de fácil manera.

2.5.5 Tp. Tiempo de pico.

Es el tiempo que transcurre desde el punto de levantamiento hasta el pico del hidrograma. Este puede ser desde unos cuantos litros por segundo hasta miles de metros cúbicos por segundo.

2.5.6 Tb. Tiempo base.

Es el tiempo que transcurre desde el punto del levantamiento hasta el punto final del escurrimiento directo. Es entonces, el tiempo que dura el escurrimiento directo. Este tiempo puede ser desde unos minutos hasta varios días.

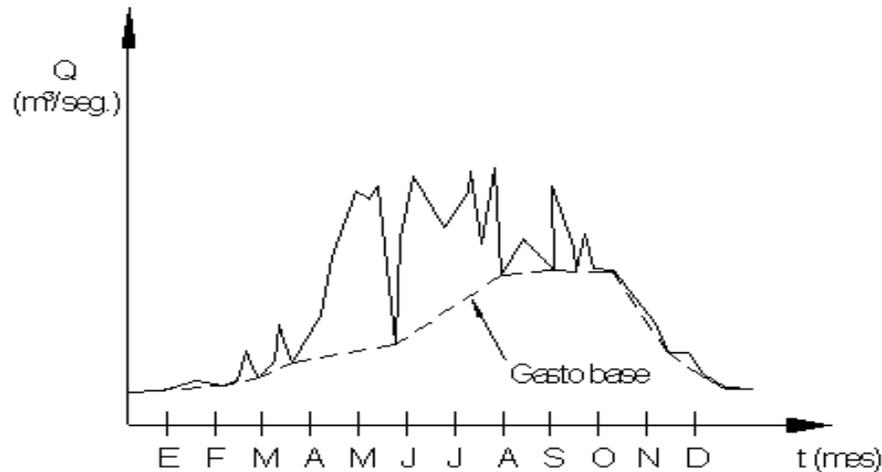
2.5.7 Rama ascendente.

Es la parte del hidrograma que va desde el levantamiento hasta el pico. Rama descendente o curva de recesión.

Es la parte del hidrograma que va desde el pico hasta el final del escurrimiento directo. Tomada desde el punto de inflexión, es una curva de vaciado de la cuenca.

El área bajo el hidrograma es el volumen total escurrido; el área bajo el hidrograma y arriba de la línea de separación entre gasto base y directo, es el volumen de escurrimiento directo.

De forma general se describió lo que puede ser un hidrograma ya que existen diferentes tipos de los cuales no se retomaran ya que con esta descripción y datos podremos determinar el gasto de forma gráfica si así se requiere para determinar el gasto que nos interese para nuestro diseño hidráulico del tanque funcional.



Esta figura representa un ejemplo de hidrograma.

2.6 DETERMINACION DEL ÁREA DE LA CUENCA.

Mediante las herramientas actuales que podemos hacer uso dentro de la nueva era tecnológica tenemos el internet.

Por este medio se han podido realizar mediciones por satélite para cuencas en estudio de diferentes partes de la república mexicana y el extranjero y los datos que arrojan son aproximados pero con una precisión aceptable para estos casos.

De tal forma presentaremos una imagen tomada por el satélite de nuestro campo en estudio a razón de que además se realizaran mediciones físicas del área para poder determinar el grado de exactitud que se obtengan con dicha imagen.



Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM (Google Earth)

2.7 IMAGEN SATELITAL DEL CAMPUS ARAGON.

En esta imagen se muestra una forma de obtener en lo más aproximado el área en estudio para el cálculo de la cuenca.



Como se indica en la imagen tenemos el lado norte con un distancia de 820.85 m. El lado Sur con una distancia igual a 834.21 m el lado oriente igual a 456.78 m, finalmente el lado poniente con una longitud de 464.05 m; de tal forma que con estas medidas obtenemos una área total de la FES Aragón de 380,970.36 m².

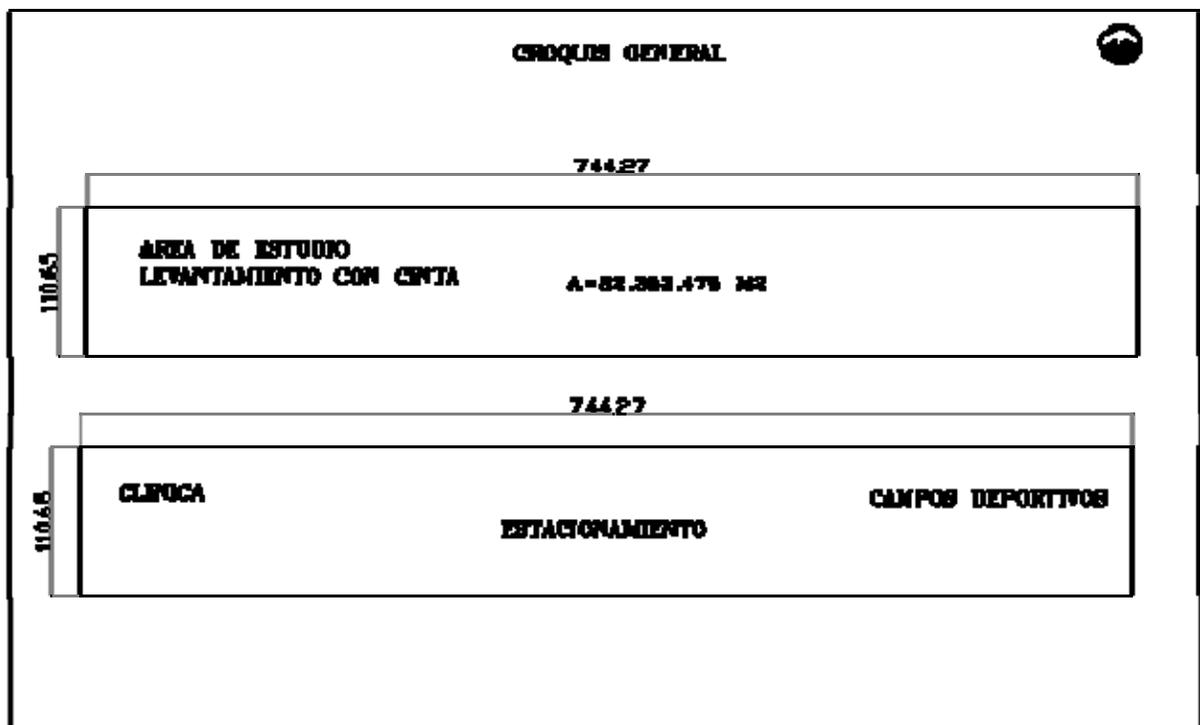
Pero del área total de la cuenca solo se hará el análisis para una tercera parte de la misma ya que con anterioridad se dijo que calculando toda la cuenca se obtendrían volúmenes mayores y como consecuencia nuestro tanque resultaría muy grande.

Entonces para fines funcionales y económicos el área que se tomara para este proyecto será la zona Norte de la FES que colinda con la Av. Rancho seco, (estacionamiento de alumnos y zona deportiva) donde se muestra con un asurado en la imagen que a su vez esta dividida en dos subcuencas.

El área que se cálculo de la primera cuenca es de $A1=63,148.22 \text{ m}^2$ la segunda es de $A2=58,942.70 \text{ m}^2$.

Estas mediciones serán verificadas en campo tomando en cuenta que las escalas tomadas en las imágenes están apoyadas con los programas actuales de ingeniería (Autocad 2010 y Civilcad) por lo que se pueden tomar para un cálculo preliminar del área en estudio.

En seguida se presentaran los datos obtenidos del levantamiento en campo.



CAPITULO III (A6)

3 DISEÑO HIDRÁULICO.

Para el diseño hidráulico del tanque se consideraran los datos obtenidos del área de la cuenca, el gasto (Q), la intensidad de lluvia (i) coeficientes de escurrimiento y de la isoyetas de intensidad-lluvia- duración de la zona (C) y lo que se indica en el método americano racional.

Considerando el área de la cuencas A1 y A2 se tiene una área de $122,090.90 \text{ m}^2 = 12.209.09 \text{ Ha}$.

La intensidad de lluvia se obtuvo según las Isoyetas de intensidad de lluvia del Distrito Federal y El Edo. de México, ya que esta zona colinda con la delegación Gustavo A. madero En el D.F. y Ecatepec en el Edo. De México. Entonces se tiene que:

Para Ecatepec tiene una intensidad de 149 mm/h para una duración de 10 min y un periodo de retorno de 50 años .

Para Netzahualcóyotl se tiene una intensidad de lluvia tomando en cuenta que está dentro del lago de Texcoco es de 134 mm/h con un periodo de retorno de 50 años y una duración de 10 min

Para la zona que pertenece a la delegación G.A.M. le corresponde una intensidad de 160 mm/h para la misma duración y periodo de retorno anteriores.

Estos datos de duración y periodo de retorno han sido utilizados en varios proyectos para la captación de lluvia en zonas industriales, estacionamientos para centros comerciales de gran tamaño, distribuidores viales, etc. y los resultados han sido favorables por lo que se adoptaran para nuestro diseño.

3.1 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.

El coeficiente de escurrimiento esta dado según la zona y la pendiente calculada. Tomando en cuenta el manual de carreteras (SCT) y de la norma para análisis hidráulicos (N-PRY-CAR-1-06-005).

De la tabla 1. Coeficientes de Escurrimiento (C) para el Método Racional. Apartado (B) Zonas pavimentadas.

- | | | | |
|----|----------------------------------|-----------|-----------|
| 1. | Pavimento asfaltico | 0.70 min. | 0.95 máx. |
| 2. | Pavimento de concreto hidráulico | 0.80 min. | 0.95 máx. |
| 3. | Pavimento adoquinado | 0.70 min | 0.85 máx. |
| 4. | Estacionamientos | 0.75 min | 0.85 máx. |
| 5. | Patios de Ferrocarril. | 0.20 min | 0.40 máx. |

Se elaborara una relación que contenga las zonas identificadas indicando el tipo de pavimento que corresponda, las condiciones de superficie, indicando su aérea (Ai), su pendiente (Si), su coeficiente de escurrimiento (Ci).

Se obtiene el coeficiente de escurrimiento de la cuenca "C" aplicando la siguiente formula:

$$C = \sum_{i=1}^k C_i A_i / A$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca, dimensional.

Ci = Coeficiente de la zona i, adimensional.

Ai = Área de la zona i, (Km²)

A = área total de la cuenca determinada (Km²)

k = Numero de zonas identificadas.

3.2 PENDIENTES HIDRAULICAS MEDIAS DEL ÁREA PRINCIPAL.

Se calcula la pendiente geométrica del lugar, siempre y cuando sea posible en 200 m del punto más alto en secciones transversales, determinando el promedio de las pendientes entre los puntos nivelados utilizando la siguiente expresión:

Donde:

S= Pendiente geométrica media adimensional aproximada al diezmilésimo.

S_i = Pendiente entre dos puntos contiguos nivelados adimensional aproximada al diezmilésimo.

d_i = Distancia entre dos puntos contiguos nivelados (m) $(L_i^2+h_i^2)^{1/2}$

L_i = Longitud horizontal entre dos puntos contiguos nivelados que determinan la pendiente S_i , (m)

h_i = Desnivel entre dos puntos contiguos nivelados, que determinan la pendiente S_i , (m)

N= Número de puntos nivelados para calcular la pendiente media.

3.3 CARACTERISTICAS DE LA PRECIPITACIÓN.

La precipitación se caracteriza por la variación de las intensidades de lluvia dentro de la cuenca respecto a la duración de las tormentas que las generan con diferentes periodos de retorno (T_r).

La intensidad de lluvia (I), expresada normalmente en milímetros por hora, es la relación entre un incremento de altura de precipitación (P) ocurrida y el tiempo de duración (t) que lo genero y su variación se representa en forma gráfica mediante curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, las que se determinan en función de los datos hidrológicos disponibles.

REGISTRO DE INTENSIDADES DE LLUVIA OBTENIDAS DE ISOYETAS PARA DIFERENTES DURACIONES DE TORMENTA Y PERIODO DE RETORNO

DURACION t, (min)	Periodo de Retorno			Tr, (años)
	10	25	50	
	Intensidades de lluvia I, (mm/h)			
10	88	107	134	149
20	59	71	80	107
30	49	60	67	83
60	34	43	49	54
120	19	24	26	30

A continuación se calculara la pendiente del área a drenar. Utilizando los siguientes criterios:

- 1.- Método de Alvord
- 2.- Método de Horton
- 3.- Método de Nash

3.4 METODO DE ALVORD.

Para este criterio se analiza la pendiente existente del terreno tomando en cuenta las curvas de nivel o en su defecto los desniveles que se presentan mediante un plano de niveles existentes.

Así que se tiene que para un área tributaria:

$$S = D/W1$$

Donde:

D= Es el desnivel de las líneas medias.

S1= Pendiente del tramo

W1= Ancho del tramo. = área / longitud de la faja

Ordenando tenemos:

$$S = D/A (L1+L2+L3.....+Ln)$$

Por lo que:

$$Sc = (DL) / (A)$$

Donde:

S_c =pendiente de la cuenca.

A =Área de la cuenca en Km².

D = Desnivel constante entre tramos.

L = Longitud total de los tramos del área en estudio en Km.

3.5 METODO DE HORTON.

En este criterio se traza una malla de cuadros sobre el plano del área en estudio la cual conviene orientar en el sentido del escurrimiento principal por lo menos se requiere una malla de 4 cuadros para una cuenca pequeña (menor a 250 km²) Si es mayor se aumentarían los cuadros ya que de estos depende la aproximación del cálculo.

Una vez hecho lo anterior se mide la longitud de cada línea de la malla comprendida dentro de la cuenca y se cuentan las intersecciones y tangencias de cada línea con los niveles existentes.

La pendiente de la cuenca en cada dirección de la malla se valúa como:

$$S_x = (N_x * D) / (L_x) \text{ y } S_y = (N_y * D) / (L_y)$$

Donde:

D = Desnivel constante entre niveles existentes.

L_x = Longitud total de las líneas de la malla en dirección "x"

L_y = Longitud total de las líneas de la malla en dirección "y"

N_x = Número total de intersecciones y tangencias de las líneas en "x"

N_y = Número total de intersecciones y tangencias de las líneas en "y"

S_x = Pendiente de la cuenca en "x"

S_y = Pendiente de la cuenca en "y"

Finalmente, Horton considera que la pendiente media de la cuenca puede determinarse como.

$$S_c = (N * D) / (L)$$

Donde:

$$L = L_x + L_y$$

$$N = N_x + N_y$$

\emptyset = ángulo entre las líneas de la malla y las curvas de nivel.

Horton sugiere usar un valor promedio de 1.57 en la práctica, y para propósitos de comparación es igualmente eficaz ignorar el término $\sec \emptyset$, o bien considerar el promedio aritmético o geométrico de las pendientes S_x y S_y como pendientes de la cuenca.

3.6 METODO DE NASH.

En este criterio se puede utilizar de la misma forma la malla que se menciona en el método anterior solo que cuando ocurre una intersección en un punto entre dos curvas de nivel del mismo valor, la pendiente se considera nula por lo que ese punto no se toma en cuenta para el valor de la media.

Al emplear este criterio es posible construir una gráfica de distribución de frecuencia de las pendientes medidas en cada punto, mostrándose así la distribución total de la pendiente en la cuenca.

Para nuestro estudio y diseño hidráulico se resolverá con el criterio de Alvord ya, que, nuestro campo de estudio cuenta con puntos bajos visibles de localizar y posiblemente se pueda contar con un plano de niveles del área en estudio.

Con los datos obtenidos de las mediciones hechas en campo utilizando una cinta de 50m. Tenemos un área de aportación de 82,354.0 m². Para la cuenca 1 y 2. Por lo que se podrá calcular el gasto de diseño utilizando el método racional americano:

3.7 CÁLCULO PARA EL GASTO DE DISEÑO

De la fórmula:

$$Q = 2.778 * C * i * A \quad \text{para una duración de 10m y } T_r \text{ 25 años}$$

Tenemos:

$$Q = 2.778 * (0.90) (107) (8.24) = 2,204.38 \text{ lts/seg}$$

(Utilizando los datos de isoyetas)

Entonces tenemos que:

$$2,204.38 * 60 * 10 = 1,322,628 \text{ lts. Igual a } 1,322.63 \text{ m}^3.$$

Por lo tanto:

El dimensionamiento geométrico del tanque podría quedar de la siguiente manera. De tal forma las dimensiones serían de 24.0 m. de largo por 24.0 m. de ancho y 3.0 m. de profundo.

Lo que nos permitiría alojar 1,728.0 m³ de agua.

Pero haciendo un análisis funcional podemos obtener las dimensiones más precisas para dicho tanque.

Así que, en este caso la forma de relación de ancho a largo en función del menor presupuesto como se mencionó anteriormente está dada por la expresión:

$$n+1 / (2n)$$

En la que n es el número de divisiones o compartimientos (crujías).
Sustituyendo tenemos:

Considerando quince (15) crujiás:

$$15+1 / (2*15) = 0.533 \text{ que es la relación de ancho a largo.}$$

Que quiere decir, que le corresponde el 53% de ancho según el largo
Entonces nuestro tanque se propone que debe quedar de:

30.0 m. de largo por 17.5 m. de ancho y 4.0 m. de profundo.

Con este análisis las crujiás serán quince (15) de 6.0 m. x 6.0 m. y 4.0 m. de profundidad.

Entonces se puede dejar de 30.0 m x 18.0 m x 3.0 m.

Y con estas dimensiones se tendría una capacidad de alojamiento de 1,620.0 m³.

Lo que nos dice que estamos un poco sobrados; por lo tanto estas mediadas serán ajustadas una vez calculando el gasto de cada una de las cuencas.

Entonces las crujiás seguirían siendo quince (15) quedando de 6.0 m x 6.0 m. y 3.0 m. de profundidad.

Considerando el tipo de suelo ya que es tipo III (terreno blando) se diseñara a una profundidad de 3.0 m.

De acuerdo a estas dimensiones podemos determinar que las dimensiones hidráulicas serán las siguientes:

Quince crujiás de 6x6 y un radio hidráulico de 3.0 m dejando un bordo libre de 1.0 m. menos el espesor de la losa tapa que resulte del cálculo estructural.

Finalmente se tiene que con $6 \times 6 \times 3$ m se alojaran $108.0 \text{ m}^3 \times 15$
Se podrá captar la cantidad de $1,620.0 \text{ m}^3 > 1,322.63 \text{ m}^3$.

Por lo que sí es capaz de almacenar el volumen calculado.

Mediante el plano de áreas de aportación se tiene que:

METODO RACIONAL AMERICANO

$$Q = 2,778 \text{ CIA}$$

DONDE : A en ha , I en mm/hr
Q en l.p.s.

PERIODO DE RETORNO $T_r = 25$ AÑOS
DURACION $d = 10$ MINUTOS

CALCULO DE GASTOS				
CUENCA	AREA (ha)	C	INTENSIDAD (mm/hr)	GASTO (l.p.s.)
1	1.1453	0.90	107	306.39
2	1.1302	0.90	107	302.35
3	1.0775	0.90	107	288.25
4	0.6083	0.90	107	162.73
5	0.4187	0.90	107	112.01
6	0.4400	0.90	107	117.71

GASTO TOTAL CALCULADO

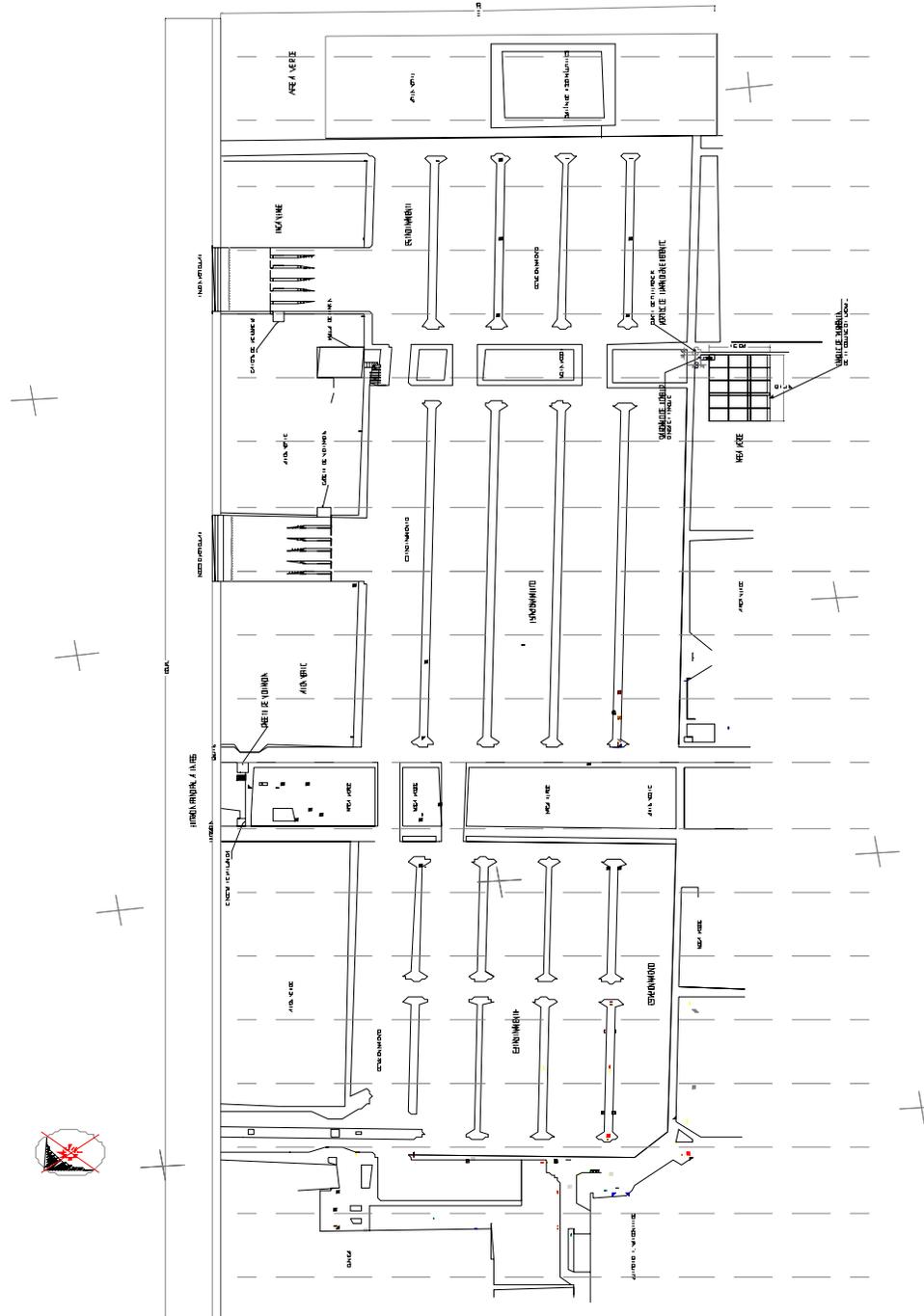
$$Q = 1,289.44 \text{ L.P.S.}$$

$$Q_t = 1,289.44 \times 60 \times 10 = 773,664.0 \text{ LPS} = 773.67 \text{ m}^3 < 1,620.0 \text{ m}^3$$

3.8 DISEÑO DE LA RED DE CAPTACION Y CONDUCCION.

3.8.1 UBICACIÓN DEL TANQUE.

El tanque se propone que se construya en la parte norte del estacionamiento de alumnos como se muestra en la siguiente figura:

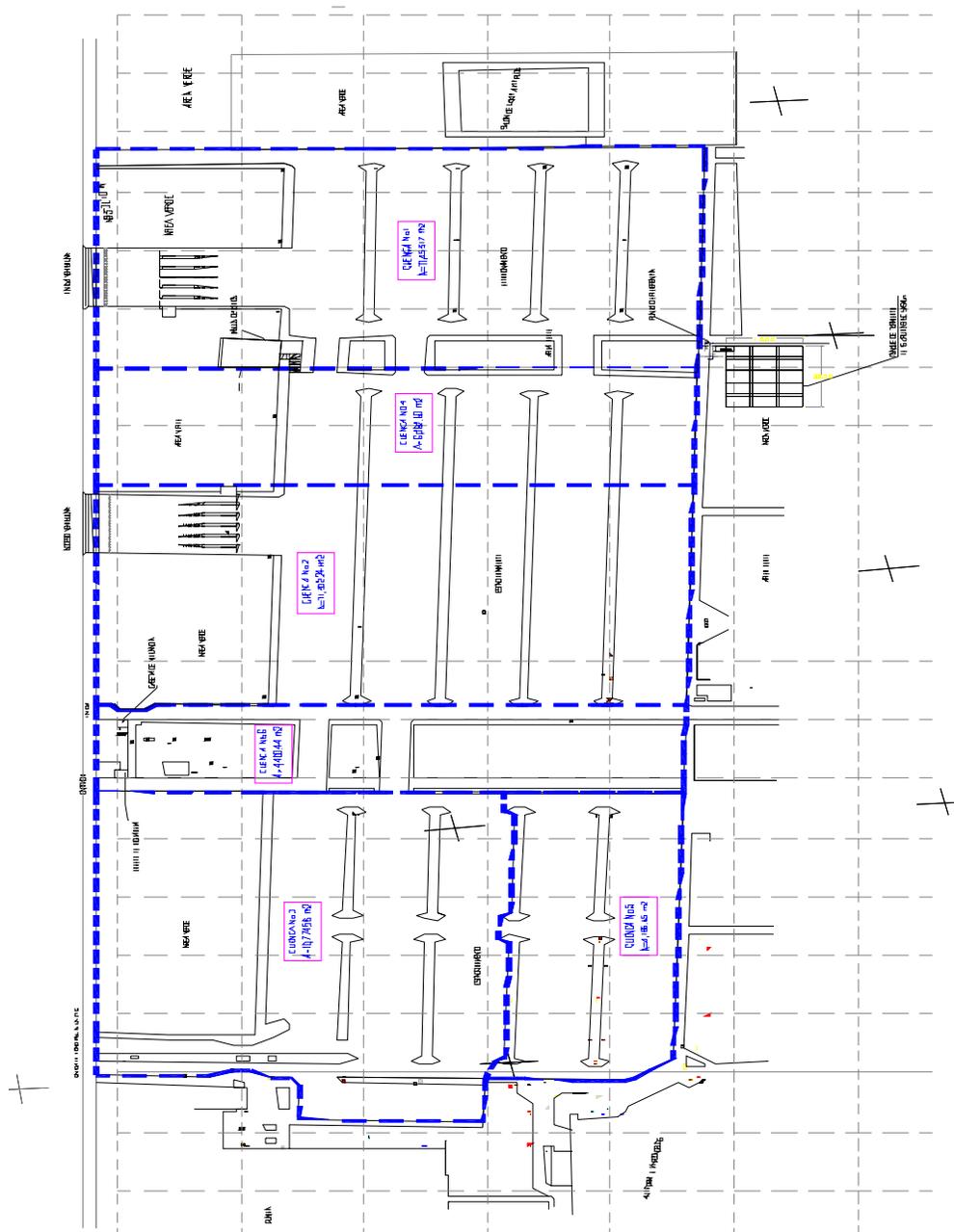


Se localiza a 1.0 m de la banqueta ángulo de 180° y en forma perpendicular del mismo.

3.8.2 PLANO DE AREAS DE APORTACIÓN

En esta imagen se muestran las aéreas de aportación para el tanque de tormenta.

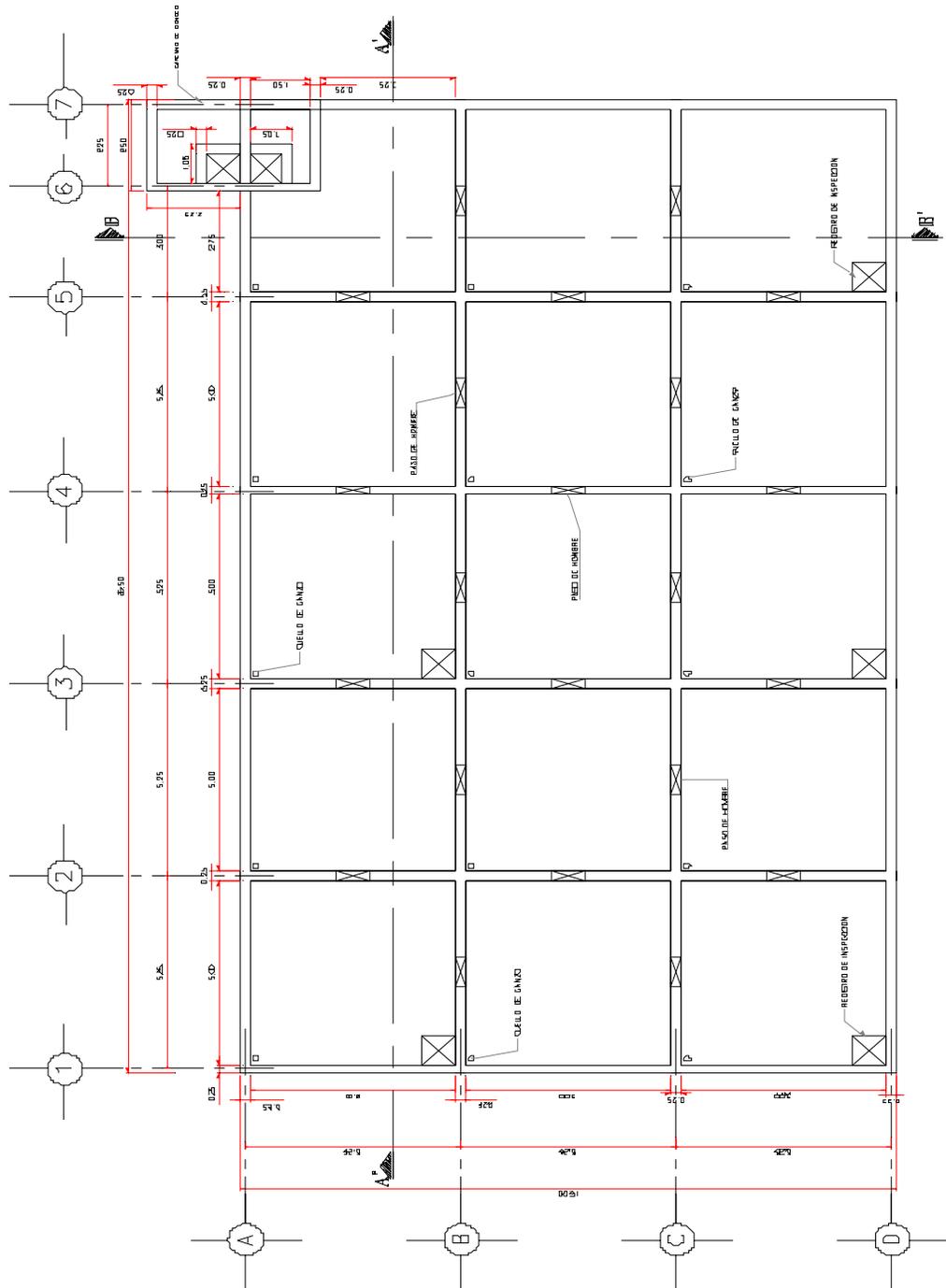
Donde, se indica la zona exclusiva de captación dentro del estacionamiento general.



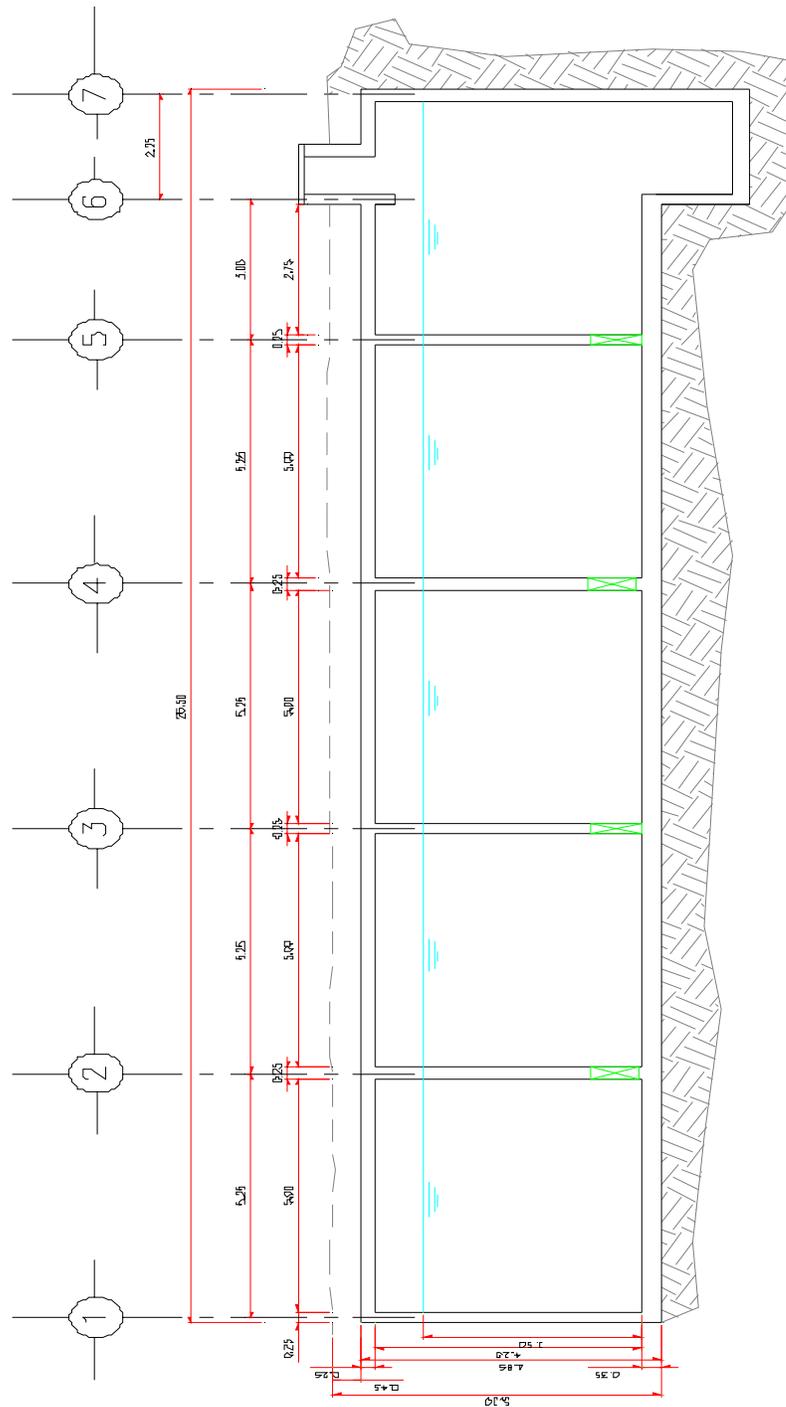
De esta forma y con los datos antes mencionados se podrá realizar el diseño y una propuesta funcional del tanque que a continuación se muestra con la siguiente figura.

Y poder dar paso al diseño estructural correspondiente.

3.8.3 PLANTA GEOMETRICA



3.8.4 ELEVACION DEL TANQUE (CORTE A-A')



Nota: Esta imagen es representativa solo para poder proponer los datos para el diseño estructural por lo que los datos finales serán los obtenidos en el capítulo siguiente. Diseño estructural.

CAPITULO IV (A7)

4 DISEÑO ESTRUCTURAL

4.1 DATOS PARA EL DISEÑO.

Para determinar el diseño estructural del tanque será necesario presentar varios parámetros y valores ya establecidos por recomendaciones y normas que puedan y deban intervenir en nuestro diseño.

4.1.1 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO.

Para ello como primer dato podemos citar del manual para el diseño por sismo de la CFE. Los parámetros dinámicos del sitio en estudio donde se ubica el tanque.

ZONA SISMICA	Bc (m/s)	Tc (s)
A	400	5.3
B	400	5.3
C	500	4.7
D	500	2.5

Por tratarse de la zona "B" según la regionalización sísmica de la Republica Mexicana le corresponden los valores para Bc=400 m/s y Tc=5.3 s.

Asi mismo se puede determinar el tipo de terreno donde se localiza el tanque, y es del tipo III Terreno blando: depósitos de suelo con periodo fundamental de vibración y velocidad efectiva de propagación tales que se cumplan con la relación.

$$Bc Ts + Bs Tc < Bc Tc$$

Donde:

Ts= Periodo dominante de vibracion $=2\pi/w1$

Bs= velocidad efectiva de propagación $=4Hs/Ts$

Hs= Espesor de estrato uniforme

W1= frecuencia de vibración.

En seguida de haber determinado con estos datos se puede obtener los factores de comportamiento no lineal de sitio a fin de reducir la velocidad efectiva de propagación B's que se tendría en situaciones inelásticas, ante

un nivel de deformación correspondiente al sismo de diseño esperado en el sitio en estudio.

De La tabla siguiente se obtiene los factores de comportamiento no lineal.

DEFORMACIÓN AL CORTE	B's/Bs
Y=0.001	1.0
Y=0.01	0.95
Y=0.1	0.90
Y=0.1 >	0.85

Para valuar el factor de comportamiento no lineal del sitio se requiere conocer la máxima deformación al corte del terreno.

De la formula:

$$Y=V_o / B_s$$

Donde:

V_o = Velocidad máxima del terreno.

Dependiendo de la zona sísmica del sitio en cuestión y la regionalización sísmica del país se obtiene el valor de la tabla denominada velocidades máximas del terreno dado por el manual de diseño de CFE

De tal forma que le corresponde a nuestro diseño el valor de :
 $V_o=8.1$

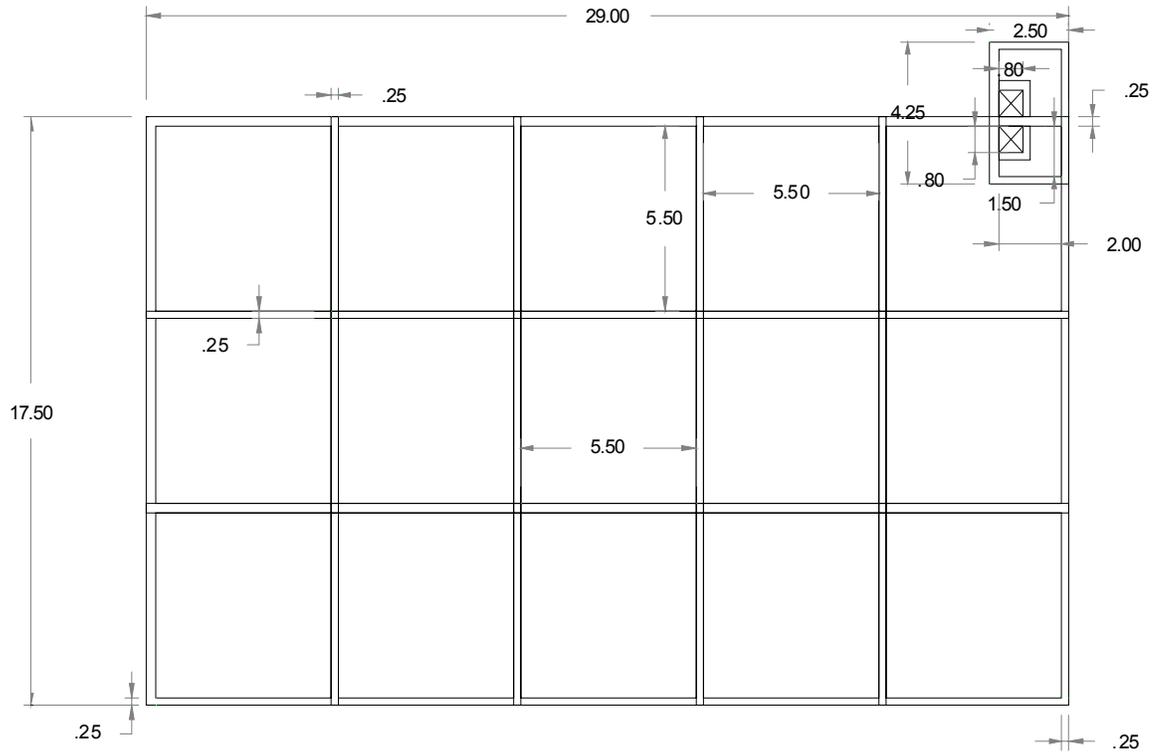
4.2 GEOMETRÍA GENERAL.

Esta estructura se propone que sea un tanque enterrado con las siguientes dimensiones:

Largo de 26.50 m., 16.0 m de ancho, una profundidad de desplante de 4.85 m. dejando un bordo libre de 1.0 m, un tirante hidráulico de 3.25 m. quedando la losa superior al nivel de banqueta existente del estacionamiento aproximadamente.

Este tanque será diseñado con muros de concreto armado con un espesor propuesto de 25 cm cada uno en crujías de 5.0 m x 5.0 m medidas interiores, con un total de 15 crujías.

El espesor para la losa de fondo será de 35 cm. Y la losa tapa de 25 cm. Como se muestra en las siguientes figuras.



PLANTA



ELEVACIÓN

Una vez realizado el cálculo estructural correspondiente se puede ver con más exactitud el diseño geométrico en las figuras anteriores y que con más detalle en los planos correspondientes ubicados en los anexos.

4.3 CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

En seguida podemos determinar la clasificación de nuestra estructura de acuerdo al destino asignado y atendiendo a una seguridad estructural.

Para estructuras del grupo "A" se requiere de un alto grado de seguridad cuya falla estructural causaría un elevado número de pérdidas humanas, económicas y estructurales, así también por contener sustancias tóxicas o inflamables.

Para el grupo "B" se requiere de un grado de seguridad intermedio cuya falla estructural ocasionaría pérdidas de magnitudes medias o que pondría en riesgo a otras estructuras del grupo "A".

Las estructuras que se clasifican por el grupo "C" son aquellas que el grado de seguridad se admite como bajo de magnitud pequeña y que no causaría daños a estructuras del grupo "A" y "B" ni pérdida de vidas.

Por lo que a nuestra estructura le correspondería clasificarse del grupo "B". Continuando con su clasificación según su estructuración tomando en consideración la respuesta sísmica de propia de la estructura tenemos las cargas estáticas.

Para estructuras del tipo 1 se mencionan edificios urbanos, naves industriales, salas de cine y estructuras semejantes, donde las fuerzas laterales se resisten con marcos continuos por cada nivel, contraventeos, muros, diafragmas o combinados.

Del tipo 2 se clasifican péndulos invertidos y apéndices donde el 50% o más de su masa se localiza en el extremo superior y tenga un solo elemento resistente en el punto y dirección del análisis perpendicular a esta.

Para estructuras del tipo 3 se asignan a los muros de Contención

Tipo 4 chimeneas, silos y similares.

Tipo 5 tanques, depósitos superficiales, tanques elevados, o estructuras semejantes destinadas al almacenamiento de líquidos que originan importantes fuerzas hidrodinámicas sobre la estructura.

Tipo 6 corresponde a estructuras industriales de áreas grandes libres de columnas y claros libres entre sus ejes.

Tipo 7 puentes

Tipo 8 tuberías

Tipo 9 presas

Tipo 10 otras.

De tal forma a nuestra estructura le asignaremos el tipo 5.

Por lo cual con lo anterior y poder caracterizar lo mejor posible e esta estructura se tiene que dar otro parámetro determinado como factor de comportamiento sísmico (Q). El cual está asociado a la ductilidad estructural y capacidad ante las cargas sísmicas.

Como para cada una de las estructuras tipo antes pensionadas le corresponde un factor para la nuestra que es del tipo 5 y tratándose de un elemento estructural de concreto se asigna el valor del coeficiente sísmico $Q= 1.5$

4.4 CONSIDERACIONES POR CARGA ESTÁTICA.

Se considerara la carga de agua en el tanque lleno como sigue:

Con un peso específico del agua igual a $\mu=1000 \text{ kg/m}^3$ tenemos:

$$W\mu=5 \times 5 \times 3.5=87.5 \times 1000=87,500 \times 15 \text{ crujiás} =1'312,500 \text{ kg.}$$

Sería el peso del agua sobre el tanque. Distribuidos en un área de 424.0 m^2 haciendo la relación P/A tendríamos:

$1312.5 \text{ Ton.}/424.0 \text{ m}^2 =3.095. \text{ Ton/m}^2$ más el peso propio del tanque,
Y así se obtiene la carga estática correspondiente.

Considerando el peso de la losa de fondo de 840 kg/m^2 y la losa superior de 600 Kg/m^2 el muro considerándolo con el mismo peso de la losa superior ya que son de igual espesor se tiene:

$$840+600+600(6.85)=5,550 \text{ kg/cm}^2 = 5.55 \text{ Ton./m}^2$$

Con lo que se refiere a los empujes del terreno se considerara un factor o se tomaran datos de un estudio de mecánica de suelos si se tuviera.

4.5 CONDICIONES DE DISEÑO.

Un tanque enterrado se diseña básicamente por tres condiciones:

1) Efectos del agua sobre el tanque:

Estos incluyen el peso total del agua sobre la losa de cimentación y el empuje hidrostático en los muros del perímetro ambos dependen del tirante máximo del agua con g H, donde g es el peso volumétrico del agua y H es el tirante máximo.

Los muros centrales en ésta condición en realidad no van a cargar y prácticamente se diseñan por peso propio, la razón de usar esta división es básicamente para reducir el claro libre de los muros perimetrales y hacer que trabajen en conjunto. Entonces analizando la separación de los muros hasta lograr que den un espesor más o menos razonable y sobre todo construible desde el punto de vista económico.

Desde el punto de vista estructural ese sería el criterio para la división.

Y para efectos hidráulicos y de construcción serán más funcionales.

2) Efectos del terreno sobre el tanque:

Se incluyen la revisión por supresión (es decir ver si el tanque vacío no tendría problemas por flotación, que es solo comparar si la fuerza del peso por área del tanque es mayor al empuje vertical del suelo) y el empuje lateral del terreno sobre el tanque en los muros perimetrales.

3) Fuerzas sísmicas por la masa del agua:

Aquí se calcularan los cortantes sísmicos que le tocarían al tanque por efectos del sismo., basándonos en el manual para diseño por sismo de la CFE-93, donde se explica cómo se deben considerar las fuerzas y como se debería hacer el modelado de esa condición.

4.6 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO POR SISMO.

Ya que el agua en el tanque representa un peso, tomando en cuenta las fuerzas sísmicas que se calculan con " cw ", dónde la c es el coeficiente sísmico que le toca a la estructura según el lugar donde se construya y w es su peso, entonces por mencionar un ejemplo: tenemos un tinaco con 3 metros cúbicos de agua y estamos en la zona sísmica III C donde $c=0.4$, la fuerza sísmica sería $0.4(3000 \text{ kg}) = 1200 \text{ Kg}$, ésta fuerza sería incumbida solo al peso del agua.

Por lo tanto lo que corresponde a nuestro diseño tomando en consideración lo antes mencionado se tendrían los siguientes parámetros.

Nuestro tanque se puede clasificar como una obra especial y considerarla como una estructura del grupo "B" tipo 5.

Ubicada en una Zona Sísmica "B".

Terreno tipo III (suelo blando)

A esta zona se considera un suelo de baja capacidad de carga.

Coeficiente sísmico $C = 0.40$

Facto de comportamiento sísmico $Q = 1.5$

$C_c = 0.36 / 3 = 0.12$

N.A.F. = 1.0 m (Nivel de aguas freáticas)

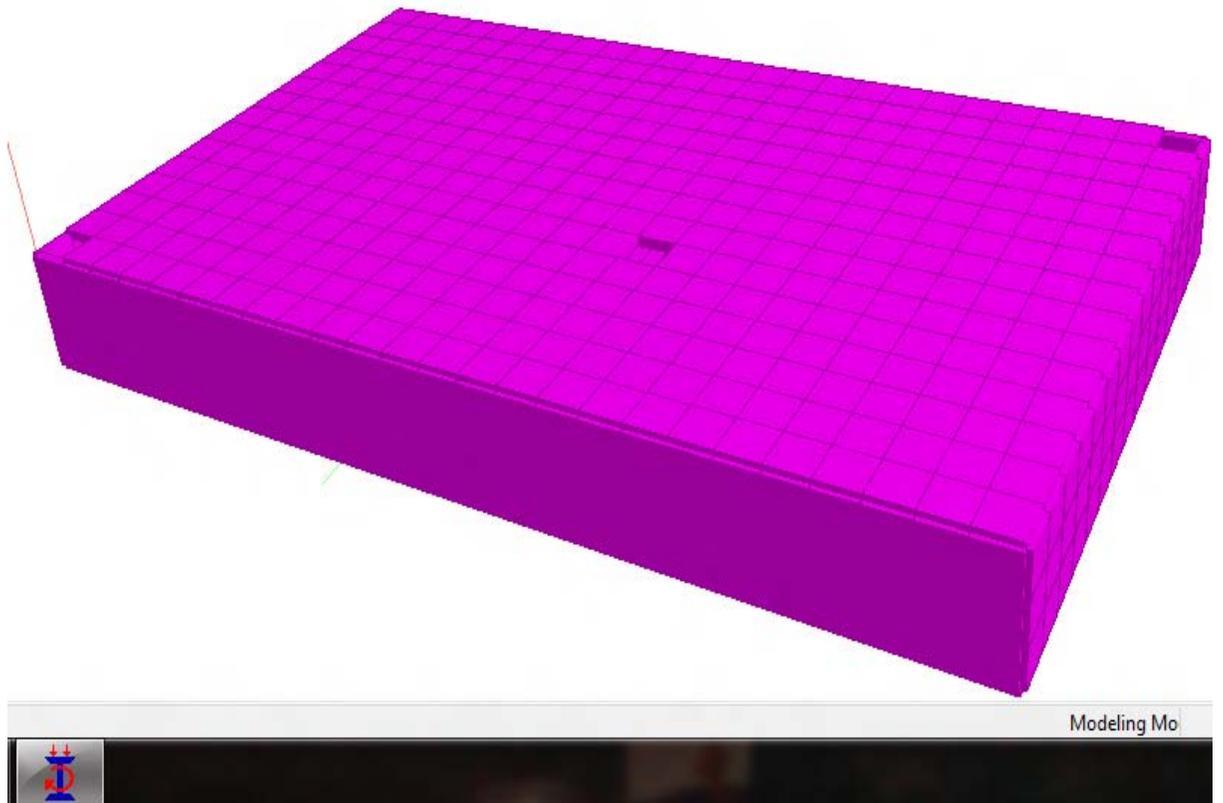
Carga viva (H-20) solo si pudiera recibir una carga máxima de 20 ton.

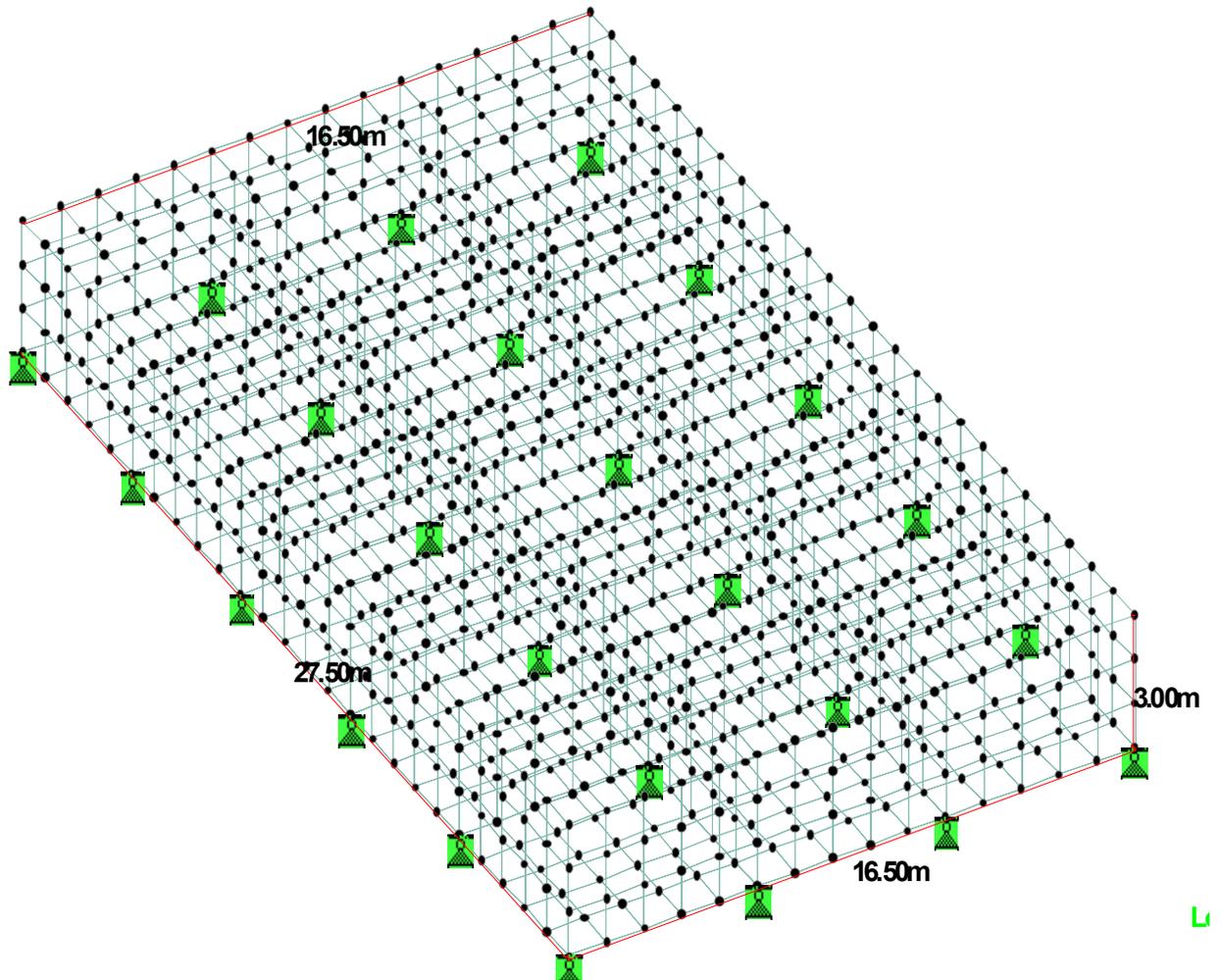
Capacidad de carga admisible:

$q_a = 4.0 \text{ Kg./cm}^2$ a una profundidad de desplante de $h = 4.50 \text{ m}$. de alguna forma se recomendara un mejoramiento de suelo en el fondo de la excavación para elevar la capacidad de carga del terreno

4.7 REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA CON EL PROGRAMA STAAD.PRO.V8

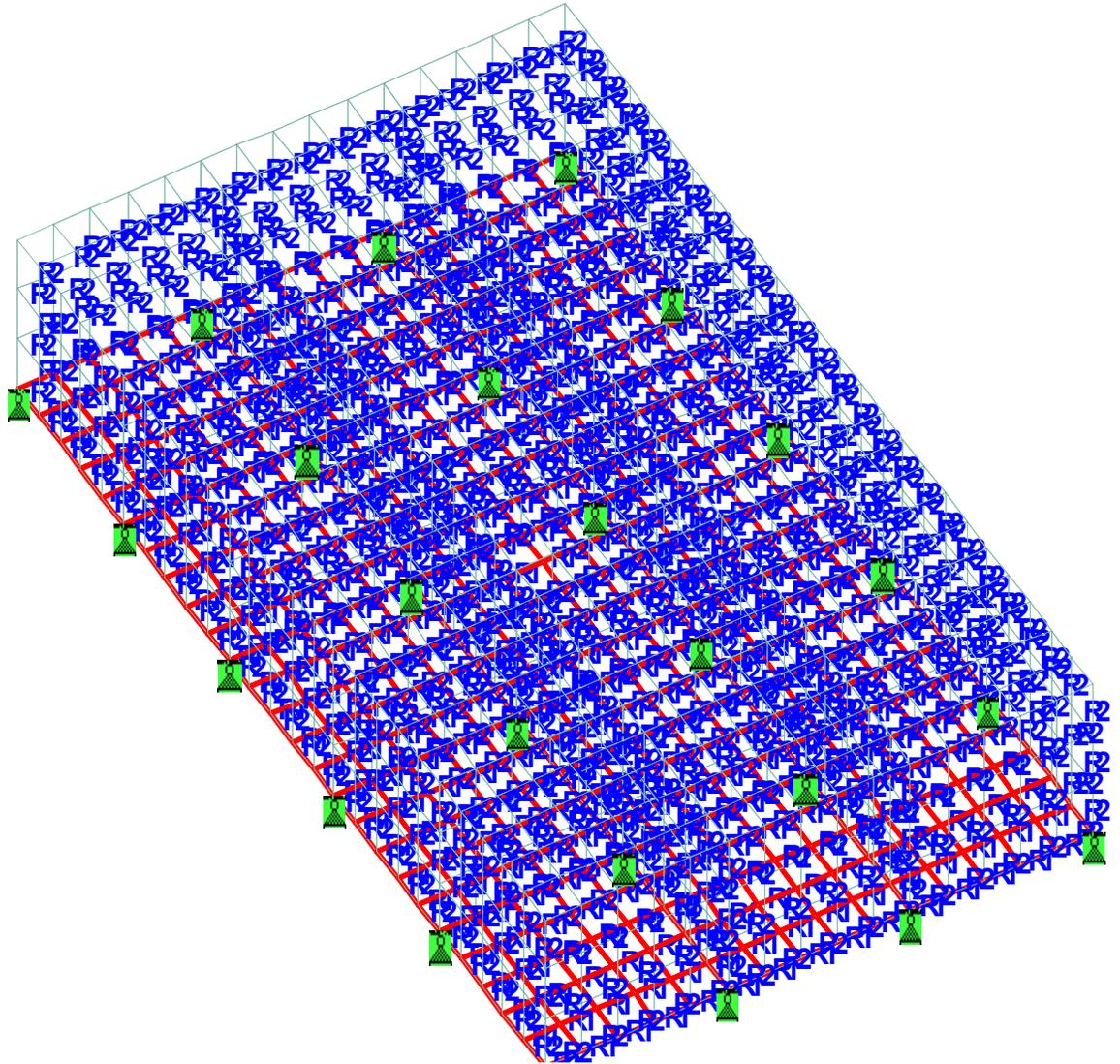
4.7.1 MODELO.



4.7.2 DIMENSIONES GENERALES DEL MODELO

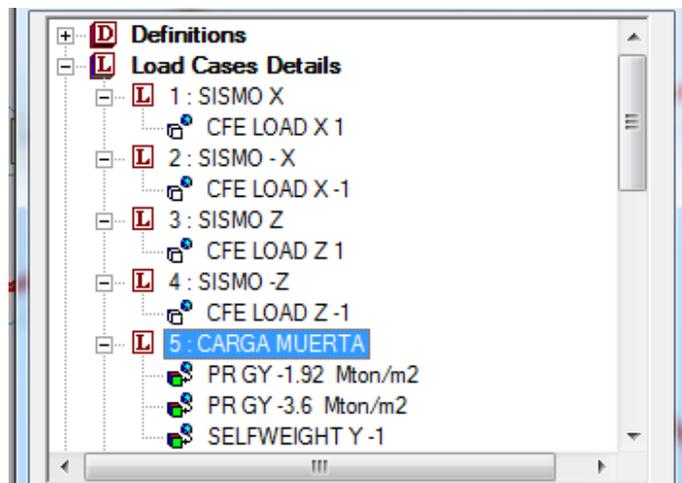
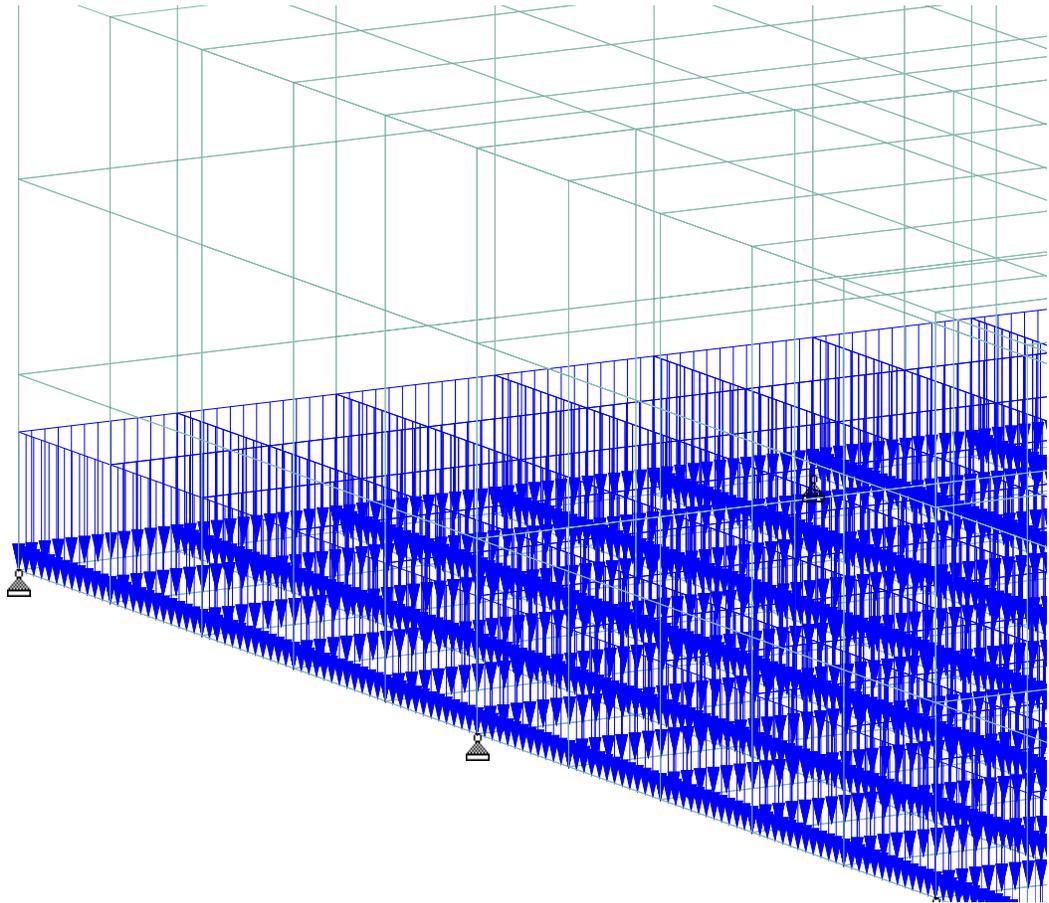
4.7.3 PARTE REPRESENTATIVA DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL TANQUE

El modelo fue elaborado por placas de concreto como un elemento finito.

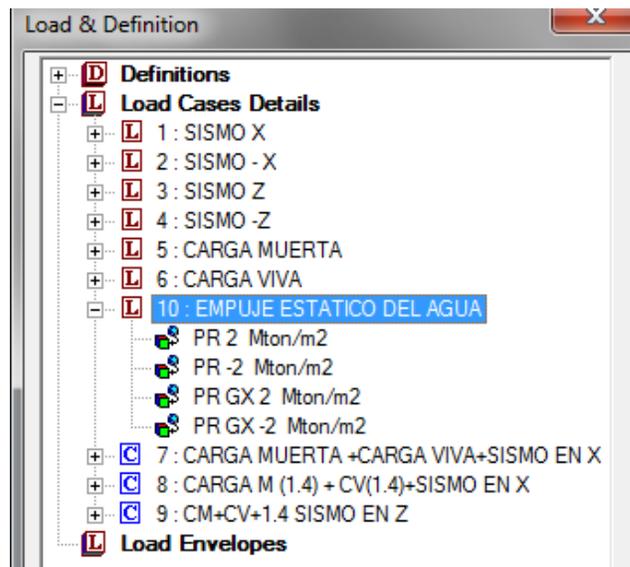
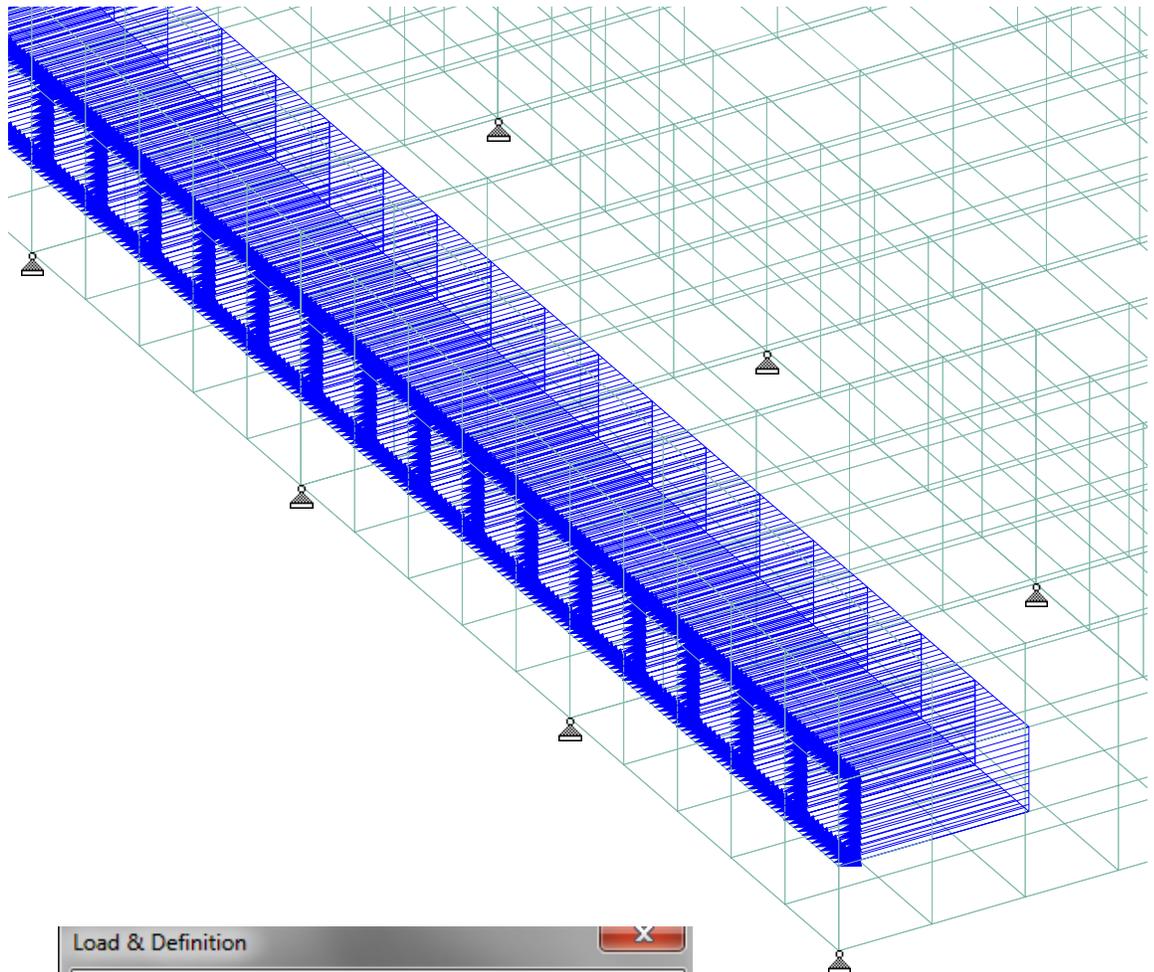


En esta figura se observa la cimentación del tanque mostrando las placas de fondo.

Aquí se muestra una parte del modelo representando las cargas que se le aplicaron; en este caso son cargas muertas



En esta figura se muestran las cargas debido al empuje estático del agua.



4.7.4 DATOS DE ENTRADA DEL DISEÑO ESTRUCTURAL POE EL PROGRAMA STAAD.PRO

```
STAAD SPACE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 25-Sep-12
JOB CLIENT FES ARAGON
ENGINEER NAME GNR
CHECKER NAME JAPD
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER MTON
JOINT COORDINATES
1 0 0 0; 2 1.1 0 0; 3 2.2 0 0; 4 3.3 0 0; 5 4.4 0 0; 6 5.5 0 0; 7 0 0 1.1;
8 1.1 0 1.1; 9 2.2 0 1.1; 10 3.3 0 1.1; 11 4.4 0 1.1; 12 5.5 0 1.1; 13 0 0 2.2;
14 1.1 0 2.2; 15 2.2 0 2.2; 16 3.3 0 2.2; 17 4.4 0 2.2; 18 5.5 0 2.2;
19 0 0 3.3; 20 1.1 0 3.3; 21 2.2 0 3.3; 22 3.3 0 3.3; 23 4.4 0 3.3;
24 5.5 0 3.3; 25 0 0 4.4; 26 1.1 0 4.4; 27 2.2 0 4.4; 28 3.3 0 4.4;
29 4.4 0 4.4; 30 5.5 0 4.4; 31 0 0 5.5; 32 1.1 0 5.5; 33 2.2 0 5.5;
34 3.3 0 5.5; 35 4.4 0 5.5; 36 5.5 0 5.5; 37 6.6 0 0; 38 6.6 0 1.1; 39 7.7 0 0;
40 7.7 0 1.1; 41 8.8 0 0; 42 8.8 0 1.1; 43 9.9 0 0; 44 9.9 0 1.1; 45 11 0 0;
46 11 0 1.1; 47 6.6 0 2.2; 48 7.7 0 2.2; 49 8.8 0 2.2; 50 9.9 0 2.2;
51 11 0 2.2; 52 6.6 0 3.3; 53 7.7 0 3.3; 54 8.8 0 3.3; 55 9.9 0 3.3;
56 11 0 3.3; 57 6.6 0 4.4; 58 7.7 0 4.4; 59 8.8 0 4.4; 60 9.9 0 4.4;
61 11 0 4.4; 62 6.6 0 5.5; 63 7.7 0 5.5; 64 8.8 0 5.5; 65 9.9 0 5.5;
66 11 0 5.5; 67 12.1 0 0; 68 12.1 0 1.1; 69 13.2 0 0; 70 13.2 0 1.1;
71 14.3 0 0; 72 14.3 0 1.1; 73 15.4 0 0; 74 15.4 0 1.1; 75 16.5 0 0;
76 16.5 0 1.1; 77 12.1 0 2.2; 78 13.2 0 2.2; 79 14.3 0 2.2; 80 15.4 0 2.2;
81 16.5 0 2.2; 82 12.1 0 3.3; 83 13.2 0 3.3; 84 14.3 0 3.3; 85 15.4 0 3.3;
86 16.5 0 3.3; 87 12.1 0 4.4; 88 13.2 0 4.4; 89 14.3 0 4.4; 90 15.4 0 4.4;
91 16.5 0 4.4; 92 12.1 0 5.5; 93 13.2 0 5.5; 94 14.3 0 5.5; 95 15.4 0 5.5;
96 16.5 0 5.5; 97 1.1 0 6.6; 98 0 0 6.6; 99 2.2 0 6.6; 100 3.3 0 6.6;
101 4.4 0 6.6; 102 5.5 0 6.6; 103 1.1 0 7.7; 104 0 0 7.7; 105 2.2 0 7.7;
106 3.3 0 7.7; 107 4.4 0 7.7; 108 5.5 0 7.7; 109 1.1 0 8.8; 110 0 0 8.8;
111 2.2 0 8.8; 112 3.3 0 8.8; 113 4.4 0 8.8; 114 5.5 0 8.8; 115 1.1 0 9.9;
116 0 0 9.9; 117 2.2 0 9.9; 118 3.3 0 9.9; 119 4.4 0 9.9; 120 5.5 0 9.9;
121 1.1 0 11; 122 0 0 11; 123 2.2 0 11; 124 3.3 0 11; 125 4.4 0 11;
126 5.5 0 11; 127 1.1 0 12.1; 128 0 0 12.1; 129 2.2 0 12.1; 130 3.3 0 12.1;
131 4.4 0 12.1; 132 5.5 0 12.1; 133 1.1 0 13.2; 134 0 0 13.2; 135 2.2 0 13.2;
136 3.3 0 13.2; 137 4.4 0 13.2; 138 5.5 0 13.2; 139 1.1 0 14.3; 140 0 0 14.3;
141 2.2 0 14.3; 142 3.3 0 14.3; 143 4.4 0 14.3; 144 5.5 0 14.3; 145 1.1 0 15.4;
146 0 0 15.4; 147 2.2 0 15.4; 148 3.3 0 15.4; 149 4.4 0 15.4; 150 5.5 0 15.4;
151 1.1 0 16.5; 152 0 0 16.5; 153 2.2 0 16.5; 154 3.3 0 16.5; 155 4.4 0 16.5;
156 5.5 0 16.5; 157 1.1 0 17.6; 158 0 0 17.6; 159 2.2 0 17.6; 160 3.3 0 17.6;
161 4.4 0 17.6; 162 5.5 0 17.6; 163 1.1 0 18.7; 164 0 0 18.7; 165 2.2 0 18.7;
166 3.3 0 18.7; 167 4.4 0 18.7; 168 5.5 0 18.7; 169 1.1 0 19.8; 170 0 0 19.8;
171 2.2 0 19.8; 172 3.3 0 19.8; 173 4.4 0 19.8; 174 5.5 0 19.8; 175 1.1 0 20.9;
176 0 0 20.9; 177 2.2 0 20.9; 178 3.3 0 20.9; 179 4.4 0 20.9; 180 5.5 0 20.9;
181 1.1 0 22; 182 0 0 22; 183 2.2 0 22; 184 3.3 0 22; 185 4.4 0 22;
186 5.5 0 22; 187 1.1 0 23.1; 188 0 0 23.1; 189 2.2 0 23.1; 190 3.3 0 23.1;
191 4.4 0 23.1; 192 5.5 0 23.1; 193 1.1 0 24.2; 194 0 0 24.2; 195 2.2 0 24.2;
196 3.3 0 24.2; 197 4.4 0 24.2; 198 5.5 0 24.2; 199 1.1 0 25.3; 200 0 0 25.3;
201 2.2 0 25.3; 202 3.3 0 25.3; 203 4.4 0 25.3; 204 5.5 0 25.3; 205 1.1 0 26.4;
206 0 0 26.4; 207 2.2 0 26.4; 208 3.3 0 26.4; 209 4.4 0 26.4; 210 5.5 0 26.4;
211 1.1 0 27.5; 212 0 0 27.5; 213 2.2 0 27.5; 214 3.3 0 27.5; 215 4.4 0 27.5;
```

En las página anterior se muestran los números de los elementos y sus coordenadas correspondientes para el diseño por el programa STAAD:Pro ya que son más de mil elementos solo se muestran hasta el número 215. Y los datos siguientes muestran una parte de los elementos que intervienen.

ELEMENT INCIDENCES SHELL

1 1 2 8 7; 2 2 3 9 8; 3 3 4 10 9; 4 4 5 11 10; 5 5 6 12 11; 6 7 8 14 13;
7 8 9 15 14; 8 9 10 16 15; 9 10 11 17 16; 10 11 12 18 17; 11 13 14 20 19;
12 14 15 21 20; 13 15 16 22 21; 14 16 17 23 22; 15 17 18 24 23; 16 19 20 26 25;
17 20 21 27 26; 18 21 22 28 27; 19 22 23 29 28; 20 23 24 30 29; 21 25 26 32 31;
22 26 27 33 32; 23 27 28 34 33; 24 28 29 35 34; 25 29 30 36 35; 26 6 37 38 12;
27 37 39 40 38; 28 39 41 42 40; 29 41 43 44 42; 30 43 45 46 44; 31 12 38 47 18;
32 38 40 48 47; 33 40 42 49 48; 34 42 44 50 49; 35 44 46 51 50; 36 18 47 52 24;
37 47 48 53 52; 38 48 49 54 53; 39 49 50 55 54; 40 50 51 56 55; 41 24 52 57 30;
42 52 53 58 57; 43 53 54 59 58; 44 54 55 60 59; 45 55 56 61 60; 46 30 57 62 36;
47 57 58 63 62; 48 58 59 64 63; 49 59 60 65 64; 50 60 61 66 65; 51 45 67 68 46;
52 67 69 70 68; 53 69 71 72 70; 54 71 73 74 72; 55 73 75 76 74; 56 46 68 77 51;
57 68 70 78 77; 58 70 72 79 78; 59 72 74 80 79; 60 74 76 81 80; 61 51 77 82 56;
62 77 78 83 82; 63 78 79 84 83; 64 79 80 85 84; 65 80 81 86 85; 66 56 82 87 61;
67 82 83 88 87; 68 83 84 89 88; 69 84 85 90 89; 70 85 86 91 90; 71 61 87 92 66;
72 87 88 93 92; 73 88 89 94 93; 74 89 90 95 94; 75 90 91 96 95; 76 31 32 97 98;
77 32 33 99 97; 78 33 34 100 99; 79 34 35 101 100; 80 35 36 102 101;
81 98 97 103 104; 82 97 99 105 103; 83 99 100 106 105; 84 100 101 107 106;
85 101 102 108 107; 86 104 103 109 110; 87 103 105 111 109; 88 105 106 112 111;
89 106 107 113 112; 90 107 108 114 113; 91 110 109 115 116; 92 109 111 117 115;
93 111 112 118 117; 94 112 113 119 118; 95 113 114 120 119; 96 116 115 121 122;
97 115 117 123 121; 98 117 118 124 123; 99 118 119 125 124;
100 119 120 126 125; 101 122 121 127 128; 102 121 123 129 127;
103 123 124 130 129; 104 124 125 131 130; 105 125 126 132 131;
106 128 127 133 134; 107 127 129 135 133; 108 129 130 136 135;
109 130 131 137 136; 110 131 132 138 137; 111 134 133 139 140;
112 133 135 141 139; 113 135 136 142 141; 114 136 137 143 142;
115 137 138 144 143; 116 140 139 145 146; 117 139 141 147 145;
118 141 142 148 147; 119 142 143 149 148; 120 143 144 150 149;
121 146 145 151 152; 122 145 147 153 151; 123 147 148 154 153;
124 148 149 155 154; 125 149 150 156 155; 126 152 151 157 158;
127 151 153 159 157; 128 153 154 160 159; 129 154 155 161 160;
130 155 156 162 161; 131 158 157 163 164; 132 157 159 165 163;
133 159 160 166 165; 134 160 161 167 166; 135 161 162 168 167;
136 164 163 169 170; 137 163 165 171 169; 138 165 166 172 171;
139 166 167 173 172; 140 167 168 174 173; 141 170 169 175 176;
142 169 171 177 175; 143 171 172 178 177; 144 172 173 179 178;
145 173 174 180 179; 146 176 175 181 182; 147 175 177 183 181;
148 177 178 184 183; 149 178 179 185 184; 150 179 180 186 185;
151 182 181 187 188; 152 181 183 189 187; 153 183 184 190 189;
154 184 185 191 190; 155 185 186 192 191; 156 188 187 193 194;
157 187 189 195 193; 158 189 190 196 195; 159 190 191 197 196;
160 191 192 198 197; 161 194 193 199 200; 162 193 195 201 199;
163 195 196 202 201; 164 196 197 203 202; 165 197 198 204 203;
166 200 199 205 206; 167 199 201 207 205; 168 201 202 208 207;
169 202 203 209 208; 170 203 204 210 209; 171 206 205 211 212;
172 205 207 213 211; 173 207 208 214 213; 174 208 209 215 214;
175 209 210 216 215; 176 36 62 217 102; 177 62 63 218 217; 178 63 64 219 218;
179 64 65 220 219; 180 65 66 221 220; 181 102 217 222 108; 182 217 218 223 222;

Aquí se muestran las propiedades y datos que se consideraron para el análisis de este modelo estructural.

```
ELEMENT PROPERTY
1 TO 375 THICKNESS 0.35
376 TO 945 947 TO 1140 1142 TO 1319 THICKNESS 0.25
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC CONCRETE
E 2.21467e+006
POISSON 0.17
DENSITY 2.40262
ALPHA 1e-005
DAMP 0.05
END DEFINE MATERIAL
CONSTANTS
MATERIAL CONCRETE ALL
SUPPORTS
1 6 31 36 45 66 75 96 122 126 152 156 182 186 212 216 241 266 291 316 341 -
366 391 416 PINNED
DEFINE CFE LOAD
ZONE 3 QX 2 QZ 2 GROUP B STYP 2 REGULAR
SELFWEIGHT 1 LIST 1 TO 945 947 TO 1140 1142 TO 1319
ELEMENT WEIGHT
947 TO 1140 1142 TO 1319 PRESSURE 1.75
1 TO 375 PRESSURE 2.9
ELEMENT WEIGHT
947 TO 1140 1142 TO 1319 PRESSURE 0.5
*****
LOAD 1 SISMO X
CFE LOAD X 1
PERFORM ANALYSIS PRINT LOAD DATA
CHANGE
LOAD 2 SISMO - X
CFE LOAD X -1
PERFORM ANALYSIS PRINT LOAD DATA
CHANGE
LOAD 3 SISMO Z
CFE LOAD Z 1
PERFORM ANALYSIS PRINT LOAD DATA
CHANGE
LOAD 4 SISMO -Z
CFE LOAD Z -1
PERFORM ANALYSIS PRINT LOAD DATA
CHANGE
LOAD 5 LOADTYPE Dead TITLE CARGA MUERTA
ELEMENT LOAD
947 TO 1140 1142 TO 1319 PR GY -1.92
1 TO 375 PR GY -3.6
SELFWEIGHT Y -1 LIST 1 TO 945 947 TO 1140 1142 TO 1319
LOAD 6 LOADTYPE Live REDUCIBLE TITLE CARGA VIVA
ELEMENT LOAD
947 TO 1140 1142 TO 1319 PR GY -0.5
LOAD 10 LOADTYPE Fluids TITLE EMPUJE ESTATICO DEL AGUA
ELEMENT LOAD
```

```

377 380 383 386 389 392 395 398 401 404 407 410 413 416 419 PR 2
602 605 608 611 614 617 620 623 626 629 632 635 638 641 644 PR -2
722 725 728 731 734 737 740 743 746 749 752 755 758 761 764 767 770 773 776 -
779 782 785 788 791 794 PR GX 2
647 650 653 656 659 662 665 668 671 674 677 680 683 686 689 692 695 698 701 -
704 707 710 713 716 719 PR GX -2
LOAD COMB 7 CARGA MUERTA +CARGA VIVA+SISMO EN X
5 1.0 6 1.0 1 1.0
LOAD COMB 8 CARGA M (1.4) + CV(1.4)+SISMO EN X
5 1.4 6 1.4 1 1.0
LOAD COMB 9 CM+CV+1.4 SISMO EN Z
3 1.4 5 1.4 6 1.4
PERFORM ANALYSIS
*CHECK CODE ALL
START CONCRETE DESIGN
CODE ACI
*TRACK 0 ELEMENT 1 TO 945 947 TO 1140 1142 TO 1319
FC 2500 ALL
DESIGN ELEMENT 1 TO 945 947 TO 1140 1142 TO 1319
END CONCRETE DESIGN
FINISH

```

4.7.5 RESULTADOS DE ANALISIS Y DISEÑO

ELEMENT DESIGN SUMMARY

ELEMENT	LONG. REINF (SQ.MM/MM)	MOM-X /LOAD (KN-MM/MM)	TRANS. REINF (SQ.MM/MM)	MOM-Y /LOAD (KN-MM/MM)
FY: 413.682 MPA FC: 24.516 MPA COVER: 19.050 MM TH: 350.000 MM				
1 TOP	: Longitudinal direction - Only minimum steel required.			
1 BOTT	: Longitudinal direction - Only minimum steel required.			
1 TOP	: Transverse direction - Only minimum steel required.			
1 BOTT	: Transverse direction - Only minimum steel required.			
1 TOP	0.630	5.54 / 8	0.630	5.80 / 9
BOTT	0.630	1.19 / 10	0.630	1.22 / 10
FY: 413.682 MPA FC: 24.516 MPA COVER: 19.050 MM TH: 350.000 MM				
2 TOP	: Longitudinal direction - Only minimum steel required.			
2 BOTT	: Longitudinal direction - Only minimum steel required.			
2 TOP	: Transverse direction - Only minimum steel required.			
2 BOTT	: Transverse direction - Only minimum steel required.			
2 TOP	0.630	11.33 / 9	0.630	0.24 / 9
BOTT	0.630	1.22 / 10	0.630	2.79 / 10
FY: 413.682 MPA FC: 24.516 MPA COVER: 19.050 MM TH: 350.000 MM				
3 TOP	: Longitudinal direction - Only minimum steel required.			
3 BOTT	: Longitudinal direction - Only minimum steel required.			
3 TOP	: Transverse direction - Only minimum steel required.			
3 BOTT	: Transverse direction - Only minimum steel required.			
3 TOP	0.630	14.04 / 9	0.630	0.89 / 9
BOTT	0.630	1.22 / 10	0.630	3.66 / 10
FY: 413.682 MPA FC: 24.516 MPA COVER: 19.050 MM TH: 350.000 MM				
4 TOP	: Longitudinal direction - Only minimum steel required.			
4 BOTT	: Longitudinal direction - Only minimum steel required.			
4 TOP	: Transverse direction - Only minimum steel required.			
4 BOTT	: Transverse direction - Only minimum steel required.			
4 TOP	0.630	6.53 / 9	0.630	0.00 / 9
BOTT	0.630	0.68 / 10	0.630	5.27 / 8

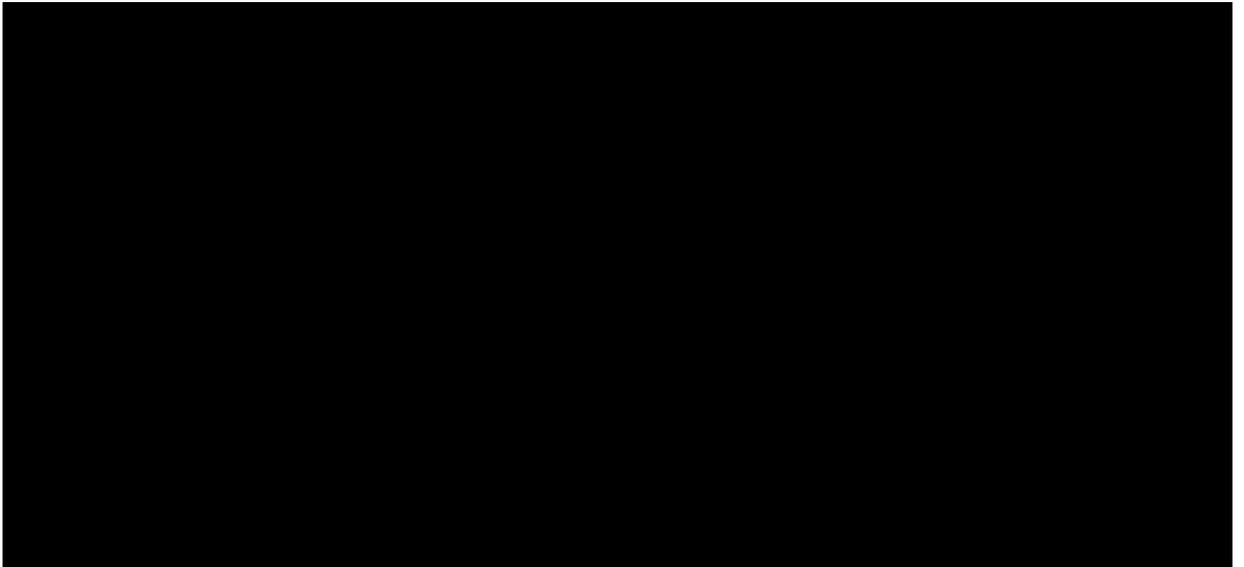
FY: 413.682 MPA FC: 24.516 MPA COVER: 19.050 MM TH: 350.000 MM
 5 TOP : Longitudinal direction - Only minimum steel required.
 5 BOTT: Longitudinal direction - Only minimum steel required.
 5 TOP : Transverse direction - Only minimum steel required.
 5 BOTT: Transverse direction - Only minimum steel required.
 5 TOP : 0.630 0.53 / 10 0.630 4.18 / 9
 BOTT: 0.630 16.30 / 8 0.630 1.11 / 10

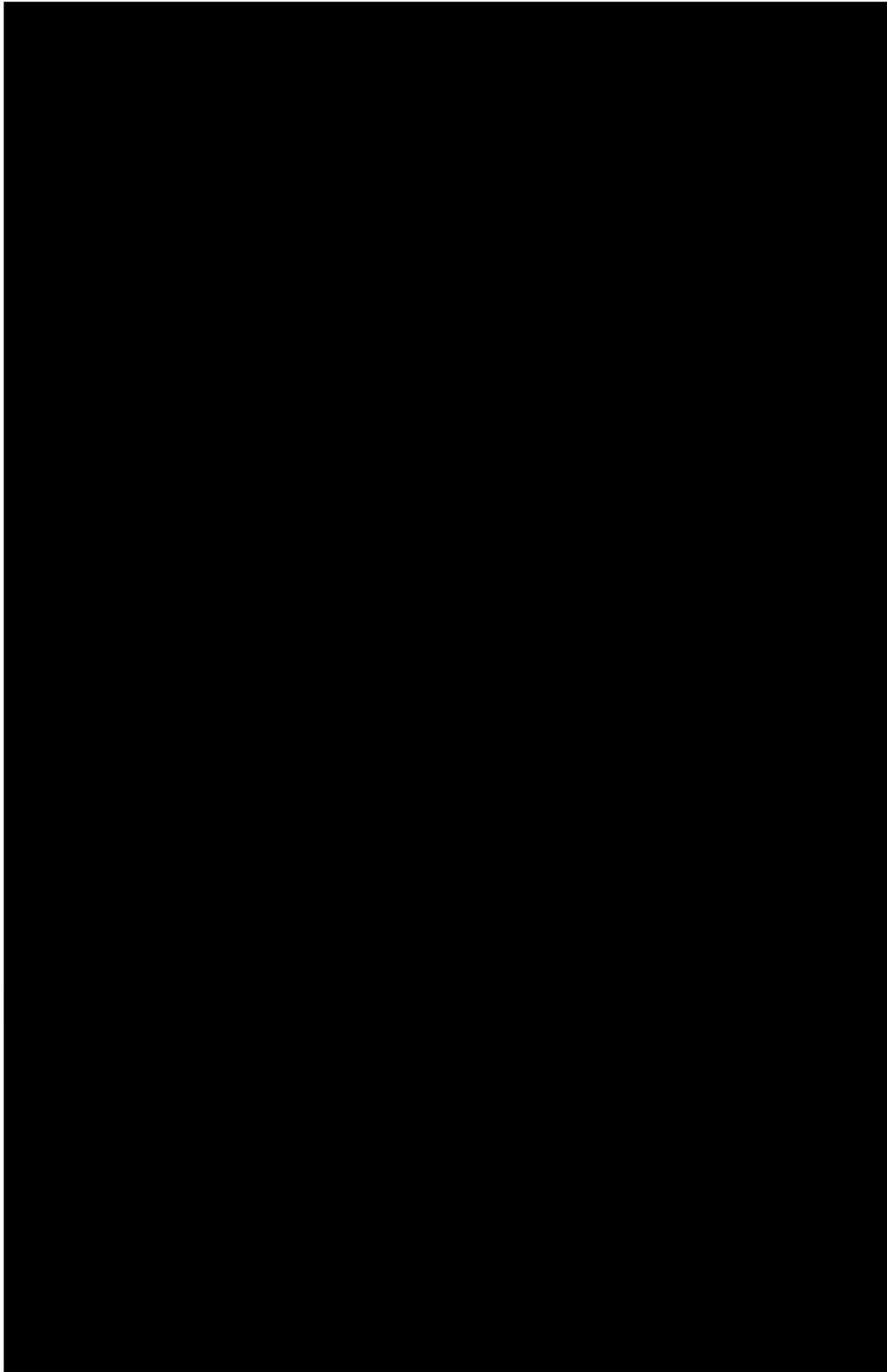
FY: 413.682 MPA FC: 24.516 MPA COVER: 19.050 MM TH: 350.000 MM
 6 TOP : Longitudinal direction - Only minimum steel required.
 6 BOTT: Longitudinal direction - Only minimum steel required.
 6 TOP : Transverse direction - Only minimum steel required.
 6 BOTT: Transverse direction - Only minimum steel required.
 6 TOP : 0.630 0.20 / 7 0.630 11.11 / 8
 BOTT: 0.630 2.78 / 10 0.630 1.22 / 10
 FY: 413.682 MPA FC: 24.516 MPA COVER: 19.050 MM TH: 350.000 MM

7 TOP : Longitudinal direction - Only minimum steel required.
 STAAD SPACE -- PAGE NO. 77
 7 BOTT: Longitudinal direction - Only minimum steel required.
 7 TOP : Transverse direction - Only minimum steel required.
 7 BOTT: Transverse direction - Only minimum steel required.
 7 TOP : 0.630 28.88 / 8 0.630 28.99 / 9
 BOTT: 0.630 1.62 / 10 0.630 1.62 / 10
 FY: 413.682 MPA FC: 24.516 MPA COVER: 19.050 MM TH: 350.000 MM
 8 TOP : Longitudinal direction - Only minimum steel required.
 8 BOTT: Longitudinal direction - Only minimum steel required.
 8 TOP : Transverse direction - Only minimum steel required.
 8 BOTT: Transverse direction - Only minimum steel required.
 8 TOP : 0.630 33.10 / 9 0.630 33.96 / 9
 BOTT: 0.630 1.16 / 10 0.630 1.59 / 10
 FY: 413.682 MPA FC: 24.516 MPA COVER: 19.050 MM TH: 350.000 MM
 9 TOP : Longitudinal direction - Only minimum steel required.
 9 BOTT: Longitudinal direction - Only minimum steel required.
 9 TOP : Transverse direction - Only minimum steel required.
 9 BOTT: Transverse direction - Only minimum steel required.
 9 TOP : 0.630 20.01 / 9 0.630 26.07 / 9
 BOTT: 0.630 0.43 / 10 0.630 1.01 / 10

Los datos anteriores muestran el armado de acero de refuerzo que debe llevar cada uno de los elementos para soportar las cargas de diseño y funcione de manera óptima estructuralmente. Tomando en cuenta que son más de mil elementos que se analizaron solo se muestran los correspondientes a la losa de fondo que indica un acero mínimo de 6.3 cm² en un metro por 35 cm de espesor en dos lechos.

A continuación se indicaran los armados finales para la estructuración del tanque después de haber diseñado y analizado con el programa STAAD.pro v8. Y considerando el Análisis de Cargas y criterios tomados por el reglamento de construcción del Distrito Federal y de las Normas Técnicas Complementarias para el diseño de Estructuras de Concreto. En lo que se refiere al acero mínimo.





CAPITULO V (A8)

5 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

5.1 TRAMITOLOGÍA.

Se tendrá que consultar con las autoridades delegacionales para los permisos correspondientes si es necesario, o, solamente se consultará con la institución de nuestra facultad en este caso con la Universidad Nacional Autónoma de México canalizando con la dirección general de obras y proyectos de la misma.

Sera necesario solicitar los formatos o permisos para poder construir nuestro tanque con los requisitos que se pidan para la ejecución de la obra. Otorgando los datos necesarios y planos correspondientes para dicho proyecto.

5.2 UBICACIÓN.

Antes de proceder a la realización de cualquier trazo se deberá ubicar el punto de inicio dentro del sitio donde se construirá el tanque con un sistema de GPS (Posición Global Satelital) dando las coordenadas y elevación correspondiente para que así, tomando en cuenta los niveles de proyecto se puedan ajustar y corresponder lo más preciso posible.

5.3 TRAZO Y NIVELACIÓN.

Una vez ubicado el tanque se procederá al trazo del mismo para determinar el área que ocupara una vez construido, tomando en cuenta la zona circundante que pudiera ser afectada sondeando de alguna forma si existen instalaciones como agua potable o instalaciones eléctricas.

5.4 EXCAVACIONES.

Todas las excavaciones se harán siguiendo los trazos y niveles que se marcan en los planos retirando hasta el sitio indicado por la dirección de la obra la capa de tierra vegetal, así como la vegetación.

Una vez alcanzada la profundidad de desplante, deberá escarificarse y compactarse el fondo de la excavación en una profundidad adicional de 20 cm. de espesor, hasta que se alcance un grado mínimo de compactación del 90% con respecto a la prueba proctor estándar.

Las excavaciones temporales como aquellas para alojar ductos en instalaciones diversas, se efectuarán de acuerdo con lo mostrado en los planos de excavaciones y a falta de indicación específica, utilizando taludes que garanticen su estabilidad y sin ademas a tablaestacas, excepto cuando así lo apruebe la dirección de la obra.

En tiempo lluvioso las excavaciones deberán protegerse de tal forma que las corrientes superficiales no deslaven con el fin de sellarlas oportunamente. En caso

de requerirse las excavaciones se ademarán adecuadamente previa autorización de la dirección de obra.

Cuando se compruebe que una excavación resulto mayor a la indicada en los planos, ya sea accidentalmente o por instrucciones de la dirección de la obra, se procederá como sigue:

a) En el caso de excavaciones que no soportarán cimentaciones o estructuras, o que soporten exclusivamente firmes o pisos se rellenará compactando han la forma en la que se indica en la sección correspondiente, utilizando el material de relleno que se especifique en los planos y en estas especificaciones.

b) Bajo zapatas y cimentaciones diversas se rellenará hasta las líneas y niveles indicados en los planos con concreto clase G antes de proceder al colado de las estructuras respectivas.

Por ningún motivo, se utilizará relleno no compactado para los fines mencionados en los incisos anteriores.

Antes de vaciar el concreto, el fondo y paredes de la excavación deberán estar limpias y completamente libres de materia suelta.

5.5 RELLENOS.

5.5.1 GENERAL

Todos los materiales de relleno que se pretendan utilizar, deberán contar con la aprobación previa de la dirección de obra y se evitará, hasta donde sea, posible su compactación accidental por el tránsito de vehículos.

Las terracerías permanentes se realizarán de conformidad con los perfiles y trazos indicados en los planos o que determine le dirección de obra. Esto es Para la rehabilitación y construcción de pavimentos sobre el estacionamiento.

5.5.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO PARA RELLENOS

El relleno compactado se colocará solamente sobre superficies adecuadas, debidamente preparadas.

Se removerá toda la vegetación y la materia orgánica descompuesta y se colocará en pilas en los lugares indicados por la dirección de la obra.

Si hay relleno no compactado recientemente colocado, éste se removerá en la misma forma, y no podrá utilizarse a menos que satisfaga uniformemente los requisitos de calidad a satisfacción de la dirección de la obra.

El terreno natural o compactado existente se escarificará según se requiera; conformando y recompactando primero todas las áreas bajas. A continuación, se formará el material de las partes altas hacia las partes bajas esparciéndolo por capas no mayores de 20 cm. y compactando cada capa en la forma especificada antes de colocar la siguiente, hasta obtener un área plana y horizontal que recibirá el nuevo relleno.

Toda superficie de desplante que este en estado suelto será compactado escarificando primero y después compactando.

5.5.3 MATERIAL PARA RELLENO

Los materiales que se utilicen para relleno podrán ser de los obtenidos en las excavaciones, cuando sean aprobados por el director de la obra, adicionalmente aquellos materiales de banco que se puedan autorizar.

El material producto de la excavación que se utilice deberá disgregarse de manera que no queden grumos son diámetro mayor de 25 mm. El material para relleno se clasifica como sigue:

Relleno Tipo A

El material para este relleno podrá ser según se especifique:

- a) Arena limosa de baja plasticidad y de baja contracción.
- b) Gravas y arenas seleccionadas y bien graduadas.

Relleno Tipo B

Material resultante de excavaciones sin procesar.

5.5.4 RELLENO TIPO A

El relleno tipo "A", se obtendrá procesando material de excavación del sitio, de otras fuentes fuera del predio de la FES o una combinación de ambos. El relleno tipo "A", será material selecto susceptible de ser compactado por métodos convencionales.

La elección del material utilizado para relleno de este tipo deberá contar con la aprobación de la dirección de la obra. El contenido óptimo de humedad será recomendado por un laboratorio aprobado o bien con plataformas de prueba.

Este tipo de rellenos se utilizará para los pavimentos, dentro del estacionamiento que se tengan que reponer, y de los trabajos en general en aquellas zonas que quedarán sujetas al tránsito de cargas pesadas.

La arena limosa de baja plasticidad y baja contracción deberá cumplir con las siguientes características:

LIMITE LÍQUIDO	MENOR DE 50 %
EXPANSIÓN	5 % MÍNIMO
CONTRACCIÓN LINEAL	3 % MÁXIMO

El VRE estándar saturado deberá medirse sobre especímenes compactados dinámicamente al 100 % del peso volumétrico seco máximo obtenido de la prueba AASHTO estándar.

La graduación del material descrito se ajustara a los siguientes limites, a menos que la dirección de la obra disponga otra cosa por escrito.

Tamaño de la Malla	% Que Pasa.
2 1/2" (6.35 cms.)	90 - 100
No. 4	35 - 100

El relleno se colocará por capas no mayores de 20 cm. medido en estado suelto. Cada capa se mantendrá tan horizontal como sea posible durante la construcción y se extenderá sobre toda el área a rellenar. El paso del equipo de construcción sobre el relleno durante la etapa de construcción se dirigirá en forma tal que distribuya el efecto compactante de dicho equipo, de manera que se obtenga el resultado más favorable. El relleno se llevará hasta los taludes requeridos y no se ampliarán con material suelto desde la parte superior.

Este relleno se compactará con rodillo liso vibratorio de 2 toneladas, con rodillo neumático de 10 toneladas o mayor o por otros medios mecánicos aprobados por la dirección de la obra. El material de relleno será humedecido hasta su grado óptimo y llevado hasta una compactación de 95% de la prueba AASHTO estándar. La superficie subyacente al relleno compactado será escarificada según se requiera, conformada y preparada en forma, tal que se asegure una buena adherencia del nuevo material de relleno con el material natural existente.

5.5.5 RELLENO TIPO "B"

El relleno tipo "B" se utilizará exclusivamente en formas que no vayan a soportar cargas de ninguna especie, por ejemplo para zanjas pequeñas de diverso objeto, bajo firmes de concreto pobre y en otros lugares especificados en los planos. Antes de colocar el relleno, el material debe ser aprobado por la dirección de la obra.

La colocación del relleno no se iniciará antes de que concluyan todas las pruebas de los sistemas que vayan a quedar enterrados, de acuerdo con los planos de drenaje pluvial y la aprobación de dirección de obra.

Por ningún motivo se rellenarán a trincheras con tubería, antes de que las líneas hayan sido probadas.

Todo relleno se colocará por capas que no excedan de 20 cm. de espesor medidos antes de compactar, compactando cada capa de tal manera, que la densidad resultante no sea menor que la del material natural adyacente. Cuando se trate de rellenos sobre tuberías, éste será colocado y compactado manualmente por ambos lados en forma simultánea hasta una altura mínima de 15 cm. sobre el tubo.

Cuando se especifique rellenos en áreas mayores éste será compactado añadiendo agua hasta el contenido óptimo determinado con la prueba AASHTO, estándar y compactando con rodillo liso vibratorio de 2 toneladas, o con otro equipo aprobado por la supervisión hasta obtener un peso volumétrico no menor de 90 % del obtenido en la prueba AASHTO estándar.

5.6 DRENAJES

5.6.1 DRENAJE PLUVIAL.

Materiales.

Las tuberías a ocupar para este proyecto se proponen que sean de Polietileno Alta Densidad (PAD) tomando en cuenta especificaciones y calidades que ofrezca el fabricante en este caso se recomendará la empresa ADS Mexicana ASTM-F-2306(Especificación Estándar para tubería de 12 a 60 pulgadas (300 a 1500 mm) de pared de polietileno corrugado anular y accesorios para aplicaciones de drenaje pluvial y subterráneo por gravedad. Sistema de gestión de calidad.(ISO 9001 :2000)

o bien, si se utiliza tubería de concreto sin refuerzo deberán fabricarse según la norma ASTM C-14, y según ASTM C-76 si son reforzados.

Mano de obra.

a) Excavación y relleno.

Las excavaciones y rellenos se ajustarán a todo lo aplicable de la sección de rellenos de este documento avalado por las normas antes mencionadas. El fondo de las excavaciones se preparará con una cama de tepetate compactado con el fin de proporcionar un apoyo uniforme a los tubos.

La longitud del arco de las tubos en contacto con la cama será el equivalente a un medio del diámetro exterior del mismo.

Las zanjas se excavarán con taludes que garanticen su estabilidad y sin ademes, excepto cuando así lo apruebe la dirección de la obra. (Ver sección de excavación), de acuerdo con la siguiente recomendación:

Diámetro Interior del tubo en m.	Ancho de la zanja en m.	Profundidad Máxima de la zanja en m.
0.20	0.75	1.50
0.25	0.80	2.00
0.30	0.85	2.00
0.38	0.95	2.50
0.45	1.05	2.50
0.61	1.20	2.50
0.76	1.35	3.00
0.91	1.50	3.00

El constructor efectuará los trabajos necesarios para que no se interrumpa el tránsito dentro de la institución por causa de las excavaciones. Para efectuar la excavación del tanque y obras complementarias, se deberá obtener la aprobación escrita de la dirección encargada de la obra. Después de que la tubería haya sido tendida, inspeccionada, probada y aprobada se procederá a rellenar de conformidad con lo indicado en planos, y en la sección de relleno de estas recomendaciones.

b) Tendido de tubería

Antes de comenzar a tender tubos, el contratista, proporcionará y colocará caballetes pintados para señalar y marcar las zonas de excavación, utilizando un mínimo de tres por cada tramo recto en el que vaya a tenderse tubería.

Cada tubo deberá ser nivelado con precisión e individualmente, para dar las pendientes indicadas en los planos.

c) Tubos de PAD y/o Concreto.

Los tubos se tenderían orientando las campanas hacia la parte superior de la pendiente.

El extremo de cada tubo se pondrá en la campana del que ya está tendido, ajustando después alineación y nivel.

Se retacará la campana con un anillo de tela alquitranada empapada de lechada de cemento con la ayuda de una herramienta de calafateo y un marro, ambos de madera. Luego se rellenará el hueco entre campana y fuste con mortero de cemento-arena 1:3 que se proponga por fuera de las campanas para formar un filete no menor de 5 cm. contados a partir de la arista de la campana. Las juntas en el interior del tubo deberán ser lisas y sin intrusiones.

En el caso de la tubería de PAD no será necesario lo antes mencionado ya que esta cuenta con un sellado hermético entre su campana y empaque. NRF-140-PEMEX-2005 (Norma Oficial PEMEX para sistemas de drenaje.)

Cada tramo de tubería de 50 metros o cada tramo entre dos registros, se probará en la forma siguiente:

Se tapan los extremos inferiores y superiores, se conecta el tramo a una pierna vertical temporal con un codo y un tubo, se llenan luego los tubos con agua hasta que el nivel en la rama vertical está 1.50 metros arriba del fondo del tubo en el extremo superior del tramo que se prueba.

La prueba se considerará satisfactoria cuando el nivel del agua en la pierna vertical no baje más de 1 cm. en media hora.

Se procederá a rellenar inmediatamente después de terminar la prueba y no se vaciará el agua hasta que por lo menos se haya depositado y compactado alrededor y sobre la tubería 60 cm. de relleno para poder así detectar cualquier fuga que resultare en la etapa inicial de relleno.

d) Pozos de visita.

Se construirán en la forma indicada en los planos y de acuerdo en todo lo aplicable en este trabajo.

Se verificará que las tapas se ajusten correctamente y que puedan ser quitadas con facilidad para su mantenimiento.

5.7 CONCRETO SIMPLE Y REFORZADO

Este proceso se aplicará a la cimentación y estructura de concreto reforzado de nuestro tanque.

General.

Toda la construcción de concreto deberá cumplir con el capítulo 10 de las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de concreto del reglamento del Distrito Federal; además deberá cumplir con los capítulos 3 (Materiales) 4 (Calidad del concreto) y 5 (Mezclado y colocación del concreto) del ACI 318.71.

Materiales.

a) Cemento.

Todo el cemento que se utilice será tipo portland y se ajustará a la especificación NMX-C-414-ONNCCE-1999 y podrá ser Tipo I, de acuerdo con lo indicado en el párrafo siguiente.

En lo posible, solo se utilizará una marca de cemento para todo el trabajo. El origen del cemento será tal que produzca un color uniforme en todo el concreto aparente. La temperatura del cemento no será en ningún caso mayor de 50 grados centígrados, a la hora de la entrega.

El cemento se almacenará en almacenes techados bien ventilados, separados del suelo para evitar la humedad y de tal manera que se evite el deterioro o la contaminación de cualquier naturaleza. Se cuidará que el cemento tenga un tiempo uniforme de almacenaje, evitando áreas en que quede estacionario. El cemento almacenado por más de un mes deberá probarse para verificar que no ha sufrido deterioro alguno.

No se utilizará aquel cemento que haya permanecido almacenado más de tres meses. Cuando el cemento esté parcialmente humedecido, apelmazado o deteriorado en otra forma será rechazado y no podrá utilizarse. Durante el transporte a la obra se cuidará que este expuesto lo mínimo posible al aire para evitar la hidratación parcial por la humedad del ambiente.

b) Agua

El agua será limpia, fresca y libre de aceites, ácidos, hidróxidos, aguas negras, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser nocivas para el concreto o para el acero de refuerzo.

c) Agregados en General

Los agregados se ajustarán a la especificación la norma mexicana NMX-C-111 de la Normas Técnicas complementarias para el diseño y construcción de Estructuras de Concreto del RGDF.y deberá provenir de minas de arena azul y de plantas trituradoras de basalto. El agregado fino consistirá en arena limpia, angulosa, lavada, natural o triturada de graduación uniforme. El agregado grueso será grava lavada o roca triturada que consista de fragmentos duros fuertes y durables, libres de recubrimientos adheribles.

El agregado fino y el agregado grueso se consideran constituyentes diferentes de la mezcla y por lo tanto deberán almacenarse por separado.

Las pilas de agregados se harán y utilizarán en forma tal que se evite la segregación excesiva y la contaminación con otros materiales o con agregados de tamaño diferente.

La forma de las partículas será en general redondeada o cúbica y el agregado estará razonablemente libre de partículas delgadas, planas y alargadas. Una partícula delgada plana y alargada se definirá como aquella que tenga su dimensión máxima mayor que cuatro veces la mínima.

Con cualquier cantidad del agregado, el contenido de éstas partículas nunca será mayor del 15% en peso.

Las fuentes de donde se intenta obtener los agregados deberán contar con la aprobación expresa de la Dirección de la obra, quien, antes de otorgarla, ordenará las pruebas que considere convenientes.

d) Agregado fino en particular.

El agregado fino tendrá un módulo de finura menor de 2.5 no mayor de 3.1 y 9 de cada 10 pruebas no se desviarán más de 0.20 del promedio.

Se rechazará aquel agregado que contenga material fino que atraviese la malla No. 200 en exceso del 7%.

La arena reaccionará en la prueba colorimétrica de ASTM para materia orgánica con un color más claro que el color standard de referencia (ASTM C-40).

Al ser sometido a 5 ciclos de la prueba de sanidad con sulfato de sodio (ASTM C-88), no deberá producirse una pérdida mayor del 10% en peso.

e) Agregado grueso en particular.

Al ser sometido a 5 ciclos de la prueba de sanidad en sulfato de sodio (ASTM C-88), el promedio pesado de la pérdida en peso no será mayor del 12%.

f) Aditivos.

El concreto podrá contener un agente inclusor de aire y un agente reductor de agua si es requerido previa autorización de la dirección de obra.

El contratista especificará por nombre u marca el agente inclusor de aire que pretende utilizar. Deberá estar de acuerdo con la especificación ASTM C-260 y será capaz de incluir de 3 a 6 por ciento de aire, será completamente soluble en agua y al entrar a la mezcla estará totalmente disuelto.

El agente reductor de agua se ajustará a la especificación ASTM C-494, Tipo A y D. Según convenga.

El tipo A se utilizará cuando la temperatura ambiente sea menor de 21 grados centígrados. El tipo D se utilizará cuando la temperatura ambiente sea mayor de 21 grados centígrados.

En caso de utilizarse, se harán pruebas de los siguientes agentes reductores de agua, y se utilizará aquel que resulte ser inhibido de contracción, más eficiente.

Estos pueden ser algunos fabricantes de dichos aditivos.

- Plastiment (fabricado por Sika Mexicana, S.A.).
- Festerlith R. (fabricado por Fester de México, S.A.)
- Dispercón R (fabricado por Proconsa, S.A.).
- Pozzoloth Retardador (fabricado por Tecocreto, S.A. de C.V.).

Antes de utilizar un aditivo, deberá recabarse la autorización expresa y por escrito de la Dirección de la Obra.

5.8 ACERO DE REFUERZO.

El acero de refuerzo se ajustará a la norma ASTM A-615 Grados 60, ($f_y = 4200 \text{ Kg / cm}^2$). Todo el refuerzo con excepción de la varilla del No. 2 será corrugado, y las corrugaciones estarán de conformidad con la norma antes mencionada.

Las varillas del No. 2 serán grado estructural ($f_y = 2320 \text{ Kg. / cm}^2$) y se ajustarán a la especificación NMX-B-294-1986 3.135.03 (1991).

La malla de refuerzo (para banquetas) se ajustará a la especificación NMX-B-253-1988

Los dobleces, ganchos, anclajes y traslapes se ajustarán a lo indicado en los planos, cuya base se elaborarán las listas de varilla estipuladas aquí estipuladas.

Las varillas del No. 8 (1" de diámetro) o mayores no se traslapan sino que se soldarán a tope de cuerpo con las indicaciones siguientes y de acuerdo a la tabla indicativa en planos.

Los recubrimientos y separaciones entre varillas y en general los detalles del refuerzo se ajustarán a lo establecido en los planos y a lo indicado en el manual de las normas técnicas complementarias capítulo 4 tabla 4.5 El refuerzo se amarrará y separará en tal forma que las operaciones del colado no alteren su forma o posición. No se usarán silletas metálicas cuando pueda formarse óxido debilitado al acabado o recubrimiento posterior.

Estará prohibido mover el acero de refuerzo durante el colado. Las varillas se almacenarán en forma tal que se evite su oxidación excesiva y deberán estar libres de escamas sueltas del molino, óxido suelto, aceite, grasa u otras materias extrañas. Será permisible una capa muy ligera de óxido o escamas, éstas se removerán utilizando cepillo de alambre o chorro de arena a presión. No se requerirá obtener la remoción del material suelto. La grasa o aceite se removerán con antorcha de propano o limpiando las varillas con un solvente como gasolina, etc.

El diseño de las mezclas tendrá en cuenta el capítulo 10 de las normas técnicas complementarias para concreto del Reglamento de construcción para el D.F. y demás se ajustará a lo descrito en la calidad del concreto del ACI-318-71.

El contenido de agua no excederá del determinado por el laboratorio para la mezcla de diseño.

El revenimiento obtenido no deberá ser mayor del indicado por las normas técnicas complementarias para la construcción de concreto norma NMX-C-414-ONNCCE Última edición.

5.9 CONCRETO PREMEZCLADO.

El concreto premezclado podrá utilizarse previa autorización expresa de la Dirección de la Obra, siempre y cuando se utilice este tipo de cemento adecuado según se especifica en el inciso a). La dosificación, fabricación, transporte, suministro y pruebas se ajustarán a lo indicado en la especificación ASTM C-94 por ningún motivo se autorizará la utilización de cemento tipo III para la fabricación del concreto Clase A.

En caso de utilizar concreto premezclado se deberá especificar al proveedor el revenimiento requerido, el que se comprobará de acuerdo con ASTM C-143 y se ajustará a las tolerancias de la especificación ASTM C-94.

Dosificación y Proporcionamiento , Pruebas y Control.

Proporcionamiento de las Mezclas.

Las mezclas se diseñarán de manera que se ajusten a los requerimientos de estas recomendaciones y siguiendo la especificación ACI - 613: "recomendaciones practicas para la elaboración de concreto"

El contratista proporcionará oportunamente a la Dirección de la obra muestras de los agregados que pretende utilizar a fin de que se efectúen pruebas de laboratorio como son, análisis de cribado, peso específico, absorción, peso volumétrico, contenido de impurezas orgánicas y consistencia, a fin de determinar si se aprueba dicho material para su uso en el concreto.

Si la desviación estándar excede de 40 Kg. /cm², o sino se dispone de un registro adecuado del comportamiento de pruebas de resistencia, el proporcionamiento deberá seleccionarse para que el concreto resulte con una resistencia promedio de por lo menos 85 Kg. /cm². Mayor que la resistencia f'c requerida.

Todas las pruebas de resistencia de concreto se harán de acuerdo con los lineamientos de las especificaciones ASTM C-39, C-31 y C-172 para el muestreo, curado, etc; y C-143 para el revenimiento.

Una vez establecida y aprobada la dosificación de cada mezcla, ésta se mantendrá constante durante todo el proyecto, a menos que la dirección de la obra, determine la necesidad de su modificación a través de las pruebas que periódicamente se efectúen.

5.10 MEZCLA Y TRANSPORTE.

Las operaciones de medición y mezcla de concreto se ajustarán a la especificación ACI – 318-61.

La dosificación de las cantidades de materiales se hará por peso, tomando debida cuenta del contenido de humedad de los agregados.

Este contenido de humedad se determinará al principio y por lo menos una vez por jornada durante cada período de mezcla y colado.

No se permitirá la mezcla manual del concreto excepto cuando se trate de pequeñas cantidades (a juicio de la dirección de obra), de concreto con resistencia a los 28 días igual o menor a 140 Kg. / cm². O del especificado más adelante para resanes y bases.

La revolvedora será de una capacidad adecuada para el trabajo, y deberá estar equipada con una tolva cargadora y un tanque de almacenamiento de agua con un dispositivo de medición del agua dosificada.

La eficiencia del mezclado se juzgará de acuerdo con el inciso IV-10 de la especificación ACI – 318-61.

El equipo utilizado para la mezcla del concreto debe mantenerse en condiciones adecuadas de limpieza y operación.

El equipo utilizado para el transporte del concreto será de una capacidad tal que se asegure que la colocación y compactación del concreto se lleve a cabo dentro de los 90 minutos transcurridos desde la iniciación de la operación de mezclado, excepto si la dirección de la obra considera necesario reducir este tiempo para producir un concreto satisfactorio.

Deberán tomarse precauciones especiales para evitar la adulteración, contaminación, segregación o pérdida de ingredientes durante el transporte y colocación.

Se puede utilizar alternativamente concreto premezclado siempre y cuando tanto la planta como el equipo de transporte satisfagan los requisitos de la especificación ASTM-C-94."Specification for ready mixed concrete" y de acuerdo con lo indicado antes descrito.

La selección del proveedor y la elección del tipo de concreto en este caso deberá contar con la aprobación de la Dirección de la Obra, y además con cada carga deberá presentarse a la dirección de la obra la documentación que certifique lo siguiente:

- 1) Tipo de concreto
- 2) Tipo de cemento
- 3) Cantidad de concreto
- 4) Hora de iniciación del mezclado con agua.
- 5) Hora de descarga del concreto.
- 6) Aditivos utilizados.

Las entregas de concreto para un mismo colado deberán ser hechas de manera que no transcurra más de media hora entre dos sucesivas.

5.11 CONTROL

Para verificar la calidad del concreto utilizado, la Dirección de la Obra llevará a cabo las operaciones siguientes con las recomendaciones descritas aquí, o por lo que indique la supervisión de obra.

- 1) Analizar y probar los materiales propuestos por el contratista.
- 2) Tomar las muestras especificadas más adelante del concreto y llevar a cabo pruebas de resistencia a la ruptura en cilindros estándar tanto para las mezclas de prueba indicadas anteriormente, como en las especificaciones que se dan más adelante para cada colado.
- 3) Supervisar a nombre de la Dirección de la Obra las operaciones de mezclado.
- 4) Verificar los reportes de los proveedores de los materiales y de la compañía de concreto premezclado si la hay, así como hacer comprobaciones parciales de las mismas.
- 5) Reportar al contratista sus resultados, con un análisis estadístico donde se incluyan los valores de la resistencia media obtenida y el coeficiente de variación.

Para facilitar el control del laboratorio, el contratista deberá hacer lo siguiente:

- a) Entregar al laboratorio muestras de los agregados y del cemento.
- b) Someter para aprobación de la Dirección de la Obra el proporcionamiento que utilizará para cada concreto, manteniéndolo al tanto de la debida anticipación de la programación de sus operaciones de colado para los fines de la conclusión de las pruebas de las mezclas tentativas.
- c) Establecer y mantener sitios adecuados para el almacenamiento de los cilindros de prueba de acuerdo con lo establecido en ASTM C-31.

d) Conservar un registro diario en que inscriban las cantidades de concreto utilizando e identificando los lugares en que se coló cada partida informando a su vez al laboratorio de éstas localizaciones para que sean identificadas en los reportes de inspección y de pruebas.

Para comprobar la resistencia a compresión del concreto, se obtendrá una muestra por lo menos del concreto que se utilice en un mismo día, independientemente de lo reducido del volumen empleado.

Cuando el consumo de una misma clase de concreto, en un mismo día sea menor de 45m^3 , deberá obtenerse una por cada 15m^3 o fracción.

Cuando sea mayor de 45 pero menor de 100m^3 , se obtendrá una muestra por cada 20m^3 o fracción. Cuando resulte mayor de 100m^3 , deberá obtenerse una muestra por cada 25m^3 o fracción.

Los cilindros deberán ser curados y almacenados de conformidad con la especificación ASTM C-31. El contratista los mantendrá en esta forma hasta que sean recogidos por el laboratorio mencionado.

Las muestras serán probadas de acuerdo con la especificación ASTM C-39.

Si se decide hacer pruebas a una edad menor del concreto que la normal especificada, y los cilindros probados a los 7 días fallaran aún esfuerzo menor que el normal con relación al esfuerzo de ruptura (que se establece como 60: mínimo) a los 28 días.

La dirección de la obra podrá requerir un aumento temporal en el factor de cemento de la mezcla sin cargo adicional para la Dirección de la Obra hasta que sean determinadas las resistencias a los 28 días.

Si las pruebas finales no se ajustaran al requisito mínimo de resistencia especificado, se tomarán las medidas que determine la dirección de la obra, ya sea de demolición de las zonas respectivas o de pruebas ulteriores, con cargo al contratista.

Las pruebas de revenimiento se harán cada vez que lo disponga la Dirección de la Obra, de conformidad con la especificación NMX-C- 156-ONNCCE.
Tabla 14.3

En caso de no haber indicación expresa de la Dirección de la Obra, ésta prueba, se hará cada vez que se tomen muestras para la prueba de compresión. El requisito de revenimiento podrá ser variado por la dirección de la obra.

5.12 OBRA FALSA Y MOLDES.

5.12.1 DISEÑO.

Excepto en lo que se indique lo contrario, la cimbra y obra falsa se conformarán a bajo la supervisión del personal a cargo.

El diseño y proporcionamiento de la cimbra y la obra falsa serán responsabilidad del contratista y deberán estar aprobados por la Dirección de la Obra. La cimbra soportará con la seguridad adecuada la carga muerta de concreto así como la adicional producida por las operaciones de colado. Así mismo, deberá ser capaz de mantener el concreto en estado plástico en su alineación recta para lo cual se darán contra-flechas cuando sea necesario.

Se preverán además cuñas y dispositivos para compensar por hundimientos que se presenten durante los colados.

El diseño del molde tomará particularmente en cuenta los siguientes factores:

- a) Velocidad y método de colocación del concreto.
- b) Cargas vivas, laterales e impactos.
- c) Materiales y esfuerzos permisibles
- d) Deflexiones, contra flechas del concreto, excentricidades y presiones ascendentes.
- e) Contra venteo.
- f) Empalmes.
- g) Compresión perpendicular al grano.
- h) Cargas transmitidas al suelo o sobre estructuras coladas previamente.

5.12.2 PREPARACIÓN Y DECIMBRADO.

Los moldes deberían ser removidos sin hacer daño al concreto por lo que deberán recubrirse con un aceite mineral ligero que no manche u otro material, éste deberá aplicarse antes de colocar el refuerzo y posteriormente deberá evitarse su contaminación. La cimbra que esté en contacto con el concreto deberá limpiarse cuidadosamente y aceitarse antes de volverse a utilizar.

Se dispondrán aberturas en la cimbra en la base de las losas, muros y miembros aperaltados para facilitar la limpieza e inspección inmediatamente antes al colado respectivo.

La cimbra para través será diseñada en forma tal que las paredes laterales puedan ser removidas sin afectar las paredes inferiores ni sus soportes cuando se requiera descimbrar parcialmente antes de que lo permitido para el descimbrado total.

El contratista será responsable de cualquier descimbrado que lleve a cavo antes de que el concreto alcance los 28 días si se usó cemento tipo I o II en nuestro caso será tipo II Puzolanico o la edad en que alcanza la resistencia y especificada en otro caso.

Sin embargo la resistencia mínima del concreto para que se pueda descimbrar se indica en la siguiente tabla, así como el número aproximado de días en que la alcance si se trata de concreto tipo I siempre y cuando la temperatura ambiente sea superior a 10 grados centígrados, en todo momento.

Concepto	Resistencia Mínima		de días
	Kg. / cm ² (f "c = 200 Kg. / cm ²)	Número	
Muros sin carga, cimentación y paredes laterales de vigas.	35		1
Columnas y muros de carga siempre y cuando los elementos y trabes - que descansen sobre ellos estén - totalmente apuntalados.		90	4
Losas, paredes inferiores de vigas (dejar puntales en vigas).		120	6

Cuando los miembros colados estén soportando cargas adicionales además de su peso propio, deberían permanecer debidamente apuntalados hasta que alcancen su resistencia especificada de proyecto. La cimbra deberá estar diseñada para resistir cargas adicionales.

5.12.3 SEPARADORES DE CIMBRA Y PERNOS.

Los separadores serian pernos lisos en todos los casos de tal manera que al removerlos quedan agujeros con la periferia limpia y sin desprendimientos y defiguraciones y que dentro del agujero no queden restos metálicos. El

diámetro del agujero que quede en el concreto no será en ningún caso, mayor de 5/8" excepto si se tiene otra indicación por la supervisión de Obra.

Los agujeros dejados por dichos separadores serán rellenos y aplanados en forma que queden prácticamente invisibles.

En el caso de nuestros muros que sean a la vez muros de retención los pernos serán de un tipo tal que provean una barrera eficaz o sello que impida el paso del agua a través del concreto a lo largo de la superficie de la porción de metal residual en la pared una vez retirada la cimbra.

5.12.4 TIPOS DE ACABADO.

a) Concreto aparente Acabado Tipo I.

Los moldes para este concreto aparente, serán formados a base de madera contrachapada ("plywood") de 5 / 8" mínimo, especialmente procesada para resistir la humedad, u otro material con características similares. Las tablas serán lo más anchas posibles en las juntas se presionarán una contra otra y se dejarán sólidamente apoyadas. Deberán estar recubiertas con una o más manos de resina o aceite de madera que se obtenga una superficie lisa y resistente. El arreglo de los tableros sería el indicado en los planos o a falta de éstos el orden será agradable y simétrico con las juntas dispuestas vertical y horizontalmente.

Se evitará el uso de piezas pequeñas.

Se proveerán piezas en la cimbra de tal forma que todas las esquinas exteriores del concreto resulten achaflanadas con un chaflán a 45 grados de cm.

Las secciones de cimbra que muestren defectos que afectes su coincidencia en las juntas o a las superficies del concreto, no serán vueltas a utilizar.

El resanado que se especifica anteriormente deberá estar concluido el mismo día en que descimbre.

Una vez concluido este resane, a fin de eliminar todas las irregularidades la superficie del concreto se mojará y se frotará con piedras de lijado hasta que la superficie quede con un color y textura lisa y uniforme a satisfacción de la Dirección de Obra, operación, que deberá quedar completa al día siguiente del descimbrado.

b) Acabado de Madera Contrachapada. Acabado Tipo II.

Se dará a todas las demás superficies que quedarán aparentes en espacios útiles de la obra terminada

Se obtendrá por medio de un arreglo agradable y simétrico de los tableros de madera contrachapada o similar según se indicó en el inciso a), dejando el concreto con la textura obtenida en esta forma, sin alterar con excepción de la remoción de las líneas sobresalientes ó del rasante de las depresiones.

Se proveerán piezas en la cimbra de tal manera que todas las esquinas exteriores del concreto resulten achaflanadas con un chaflán de 45 grados de 2 cm. En el caso de losas que sobresalgan al exterior se preparará una gotera de 2 X 2 cm. cerca del borde.

c) Acabado común. Acabado tipo III.

Se limitará a las superficies no visibles o que se encuentren en espacios no utilizados de la obra terminada, deberá tener una superficie razonable mente plana y será lo suficiente mente impermeable para evitar fugas de mortero.

d) Superficies libre interiores

Las superficies horizontales o inclinadas que no han estado en contacto con la cimbra excepto pavimento exterior, aceras o pisos exteriores, serán acabadas de acuerdo con los planos o de manera que estén en concordancia con las superficies contiguas del concreto.

En el caso de "Acabado Común" la superficie será enrasada sin aplanar. En el caso de concreto aparente (Acabado de madera contrachapada) la superficie libre se alisará y alineará correctamente con la llana de madera, inmediatamente después de enrasar. Este último caso es el aplicable a todos los pisos de concreto interiores.

e) Acabado tipo VI.

Aquellas superficies sobre las cuales se colocarán piso de terrazo u otro terminado se enrasará solamente, dejando el cárcamo rugoso para garantizar una buena adherencia con el mortero para el piso.

Todas las superficies que vayan a recibir aplanados de cualquier tipo se picarán . Adicionalmente, se evitará el aceitar las cimbras que vayan a estar en contacto con tales superficies, así como dejar piezas metálicas que sobresalgan del concreto.

5.12.5 COLOCACIÓN DE CONCRETO.

Vaciado.

Se hará en general siguiendo las indicaciones de la especificación ACI-318 S SECCION 5.10 “Colocación de concreto”

Los métodos para el manejo y colocación del concreto estarán sujetos a la aprobación de la Dirección de la Obra.

Será conveniente que durante los colados esté presente un representante debidamente autorizado de la dirección de la obra.

El contratista dará aviso a la dirección de la obra por medio de una nota por lo menos con 24 horas de anticipación al momento de iniciar el colado.

El colado podrá iniciarse solamente cuando la Dirección de la Obra devuelva una copia firmada de la nota al contratista.

La Dirección de la Obra deberá entregar una copia firmada con su aprobación dentro de las primeras 12 horas, después de recibida la comunicación.

En colados hechos en superficies grandes o no confinadas, se iniciará la colocación del concreto por el perímetro.

En el caso de muros y trabes, se empezará colocando el concreto en los extremos de la sección respectiva y progresando hacia el centro, haciéndolo propio con cada capa que se coloque.

En todos los casos el procedimiento utilizado deberá evitar efectivamente la acumulación de agua en las esquinas o en bolsas próximas a la cimbra.

El concreto se depositará tan próximo como sea practicable a su posición final para evitar la segregación de vida a manejo o al flujo. El colado se efectuará con una rapidez tal que el concreto esté en todo momento en estado plástico y fluya fácilmente en los espacios entre las varillas del refuerzo.

El equipo utilizado para la colocación del concreto y el método con que se opere, serán tales que permitan el vaciado del concreto en la cimbra sin una alta velocidad de descarga que resulte en separación o segregación de la mezcla. No se permitirá que el concreto caiga libremente desde una altura mayor de 1.20 metros cuando se requieran alturas mayores se usarán series de embudos u otro método aprobado por la dirección de la obra para hacer llegar el concreto a su lugar.

Antes de vaciar el concreto, las formas se limpiarán y mojaran y se mantendrán mojadas hasta el momento de depositar el concreto.

Una vez empezado un colado se continuará como operación continua hasta que se complete la sección respectiva.

El concreto se depositará por capas horizontales no mayores de 45 cm. de espesor, compactando cada capa, pero el colado se llevará a cabo a una velocidad tal que al colocar la siguiente capa puedan ser vibradas conjuntamente. El concreto fresco no se depositará sobre concreto que haya endurecido lo suficiente como para causar formación de grietas y planos de debilidad de la sección.

Cuando se presente el caso de juntas de construcción, éstas se harán donde lo indiquen los planos y de conformidad con las especificaciones. Las capas deben ser horizontales, pero en todo caso, deberá evitarse que el concreto fluya de un lugar a otro durante el colado.

En el caso de losas inclinadas o elementos similares, deberá empezarse el colado por la parte más baja y progresivamente continuar por las partes más altas.

5.12.6 VIBRADO.

Todo el concreto se compactará por vibración y se picará y moverá con herramientas adecuadas haciéndolo fluir completamente alrededor del refuerzo y elementos empotrados y hacia las esquinas y lugares remotos de la cimbra de manera de eliminar bolsas de aire o aglomeraciones de agregado grueso.

Se utilizarán vibradores mecánicos de un tipo aprobado por la dirección de la obra, de inmersión de amplitud pequeña y de una frecuencia no menor de 6000 R.P.M (100 hertz).

Los vibradores se utilizarán de forma programada y bajo supervisión experimentada, insertándolos sucesivamente en lugares que no estén más separado que 50 a 75 cm. Durante un tiempo suficiente para que surtan efecto, más evitando que produzcan segregación. En general se recomienda un tiempo de inserción de 5 a 15 segundos. La vibración deberá ser transmitida directamente al concreto y no a través de refuerzo, cimbra o cualquier otro método.

5.12.7 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN.

Las juntas de construcción se harán en las localizaciones y en la forma indicada en los planos.

Se evitará el establecer juntas adicionales del colado, pero cuando se consideren indispensables y si son aprobadas por la dirección de la obra, se localizarán en forma tal que afecten al mínimo la resistencia de la estructura. Las juntas en elementos verticales se localizarán en el plano superior de zapatas de cimentación o justo por debajo de losas y trabes.

Las juntas se harán en planos horizontales o verticales y perpendiculares a una de las direcciones del refuerzo.

Cuando deba ocurrir una junta en una parte de la estructura que debe ser estructuralmente continua, se formará una llave de cortante en el plano de liga. Cuando no se indiquen dimensiones en los planos, éstas se harán centradas y de un tercio de la anchura del elemento estructural con una altura de un tercio a un medio de su ancho.

Las juntas de expansión se construirán exclusivamente dónde y en la forma indicada en los planos. Cuando una junta de cualquier tipo ocurra en una zona donde puede existir agua de cualquier lado de la misma, se insertará una banda de cloruro de polivinilo (PVC) o una preparación de otro tipo cuando así se indique en los planos. El material utilizado se ajustará a alguna de las especificaciones ASTM-D1190, de 1751 o de 1850. Las bandas de PVC u otro material que se use para evitar el paso del agua deberán ser continuas a lo largo de toda su longitud sumergida.

Las uniones que se requieran en sus extremos o intersecciones serán tales que la capacidad para impedir el paso del agua en esos puntos sea tan grande como en los sitios en que es continuo.

Antes de proceder a un nuevo colado la superficie de concreto se cepillará y picará hasta hacerla rugosa, se limpiará cuidadosamente removiendo todo material suelto.

Además la junta se mojará completamente y se mantendrá así durante no menos de 3 horas antes del momento del nuevo colado, poniendo una capa de lechada inmediatamente antes de colocar el concreto.

5.12.8 CURADO Y PROTECCIÓN.

Condiciones climáticas normales.

En todas las estructuras, el concreto fabricado con cemento portlan tipo I se mantendrá en condiciones de humedad y protegido según lo apruebe la dirección de la obra, por lo menos los primeros 7 días después de su colocación; y el concreto de alta resistencia rápida será mantenido en esta forma tres días por lo menos. Para fines de curado, cualquier tipo de concreto premezclado surtido por una casa comercial será considerado como hecho con cemento tipo I, si se descimbra antes de 7 días, se empleará un compuesto de curado con membrana u otro método aprobado por la dirección de la obra, para conservar la humedad. El compuesto utilizado se ajustará a la norma ASTM C-309.

Durante el período de curado y fraguado el concreto deberá ser protegido de influencias dañinas como esfuerzos, golpes y vibraciones, producidos por equipos de construcción u otras causas, de la lluvia, agua, corriente, etc.

A las losas que no llevarán acabado sobre ellas sino que quedarán aparentes, se les dará un terminado integral con llana de metal a menos que se indique otra cosa en los planos. Las superficies que llevarán acabados se terminarán a regla hasta dejar una superficie plana y horizontal. El acabado posterior dependerá del tipo de piso a colocar.

No se permitirá el espolvorear cemento sobre las superficies al estarlas terminando. En todos los casos, el nivel de piso terminado deberá ser rigurosamente el anotado en los planos.

Iníciase el curado tan pronto como sea posible, una vez completo el acabado de las superficies, se dejará la cimbra colocada tanto tiempo como sea posible, ya que no útiles para retener la humedad.

Con la aprobación de la Dirección de la obra pueden utilizarse sobre la superficie expuesta compuestos selladores o de membrana para el curado. El procedimiento estará de acuerdo con las normas del fabricante respectivo.

Inmediatamente después de retirar la cimbra en contacto con las superficies de concreto, se removerán las salientes y otras proyecciones. Las cavidades se rellenarán en la forma que se especifica para ello.

Resanado.

Todas las juntas de colado, vacíos, desprendimiento, cavidades y otras imperfecciones dejadas por los tirantes de la cimbra, por la cimbra misma y por cualquiera otras causas deberán ser inspeccionadas por la dirección de

la obra y una vez contado con su autorización se procederá a resanar estos defectos el mismo día en que se descimbre.

Para ello se prepararán las cavidades para resanar cortando hasta una profundidad de por lo menos 2.5 cm. sin bordes descascarados. Se mojarán estas cavidades y las áreas contiguas hasta unos 15 cm. de distancia y se les dará una mano de lechada previa al resane.

Se usará una mezcla de concreto portland y arena con las mismas proporciones utilizadas en el concreto que se va a resanar y si se requiere, se utilizará con la aprobación de la dirección de la obra un aditivo estabilizador de volumen.

Se mezclará cemento portland en cantidades suficientes en el mortero de resanar para asegurar que el resane quede del mismo color que el concreto circundante una vez terminado y curado. Se mantendrá el agua de la mezcla a un mínimo y se moverá con una cuchara de albañil a intervalos regulares durante una hora antes de usarlo (sin añadirle más agua)

El mortero de deberá compactar haciendo presión hacia los agujeros dejando el resane ligeramente sobresaliente hasta después de la contracción inicial.

Se dará a los resanes un acabado concordante con la superficie contigua y se mantendrán húmedos por 7 días.

5.12.9 JUNTAS DE EXPANSIÓN.

Se utilizará invariablemente "junta premoldeada" de no menos de 1 cm. (3/8") de espesor para limitar todos aquellos colados que se hagan contra estructuras previamente construidas.

El mismo material se utilizará para envolver todos los tubos mayores que atraviesen cimentaciones o estructuras de concreto, de tal manera que el concreto no entre en contacto con las tuberías.

5.13 CONCRETO ESTRUCTURAL.

Este apartado menciona los requisitos generales que se refieren a los materiales para la fabricación de concreto hidráulico así como el proporcionamiento, elaboración, curado, protección y colocación del mismo. El Proveedor suministrara todo el material, equipo, herramienta, mano de obra y la supervisión técnica necesaria para la correcta ejecución de los trabajos que se indican a continuación:

- a. Suministro, transporte y manejo completo de todo el material para la fabricación de concretos a las especificaciones, tipos, resistencias indicadas en los planos civiles y/o estructurales del Proyecto.
- b. Protecciones. Será responsabilidad del constructor colocar las protecciones necesarias, para prevenir afectaciones a su trabajo y al de otras disciplinas, como son vallas, carteles, letreros, etcétera; así mismo apoyará y colaborará con el cumplimiento de todos los requerimientos de seguridad y protección civil dentro de la institución.
- c. Limpieza. Es obligación del constructor o contratista mantener sus áreas de trabajo limpias y ordenadas después de cada jornada de trabajo y hasta que el residente o encargado le reciba oficialmente los trabajos descritos en esta especificación.
- d. Elaboración de concreto hidráulico con cemento Pórtland Puzolánico CPP 30R de acuerdo a las especificaciones y a los planos de correspondientes de acuerdo a solicitud autorizada por dirección de Obras de la UNAM, considerando lo siguiente:
- e. Transporte del concreto desde el lugar de fabricación al sitio de su descarga y colado.
- f. La realización de muestreos de materiales y pruebas del concreto elaborado, que se soliciten en los reglamentos, códigos, especificaciones aplicables y/o las indicaciones de la UNAM.
- g. Proporcionar las facilidades requeridas para la toma directa de muestras por parte de la Institución.
- h. La ejecución de las pruebas que se requieran o soliciten para garantizar el buen funcionamiento del equipo de mezclado y/o de bombeo del concreto.
- i. El trabajo incluido comprende las losas, muros, pasarelas, andamios y sus protecciones y lo necesario, excepto si se indica otra cosa en el Contrato de Obra editado por la Institución.
- j. Las actividades desde la recepción del concreto en el sitio de la obra hasta su compactación y acabado, de acuerdo a las especificaciones y a los planos Estructurales y de detalles, considerando lo siguiente:
- k. Recibir el concreto en el sitio de la obra en un lugar predeterminado y ejecutar su transporte dentro de la obra al lugar de colado.
- l. La realización de muestreos de materiales y pruebas del concreto elaborado, que se soliciten en los reglamentos, códigos, especificaciones aplicables y/o las indicaciones de la UNAM.

5.13.1 MATERIALES PARA CONCRETO HIDRÁULICO.

Cemento.

El cemento a utilizar será Pórtland puzolánico (CPP30R) de acuerdo con la Norma NMX-C-414-ONNCCE-1999, o CPO 30 R RS/BRA, según previa autorización por la Institución.

El cemento deberá provenir de una fábrica de prestigio aprobada por la Institución, El subcontratista conseguirá el informe de las pruebas hechas por el fabricante en la planta; este informe contará con una identificación con el lote de cemento propuesto, una relación de las pruebas y resultados y la certificación del fabricante de que se está cumpliendo con la norma ASTM C-150 y los métodos de prueba que se citan en ella.

La temperatura del cemento al ser entregado en el sitio de la obra para su almacenamiento, no deberá exceder de 60 ° C.

El transporte del cemento se hará por medio de camiones con depósitos cerrados o por otros medios aprobados por Supervisión de la UNAM, que protejan al cemento de la humedad, contaminación, etcétera.

El revenimiento del concreto en el momento de su recibimiento para su colocación deberá encontrarse dentro de los límites indicados en la tabla 3 de “Anexos”, de este mismo documento.

Agregado fino.

Este estará de acuerdo a la especificación ASTM C-33 “Especificaciones de Agregados para Concreto” y a lo que aquí se indique

La granulometría estará de acuerdo a lo mostrado en dicha norma ASTM atendiendo a lo solicitado en el inciso 2 de ella misma, será aceptable una variación de esa granulometría cuando se demuestre a satisfacción de la dirección de obra que pueden obtenerse, con el agregado propuesto, concretos de la resistencia y durabilidad que se solicita.

Agregado grueso.

Este estará de acuerdo a la especificación ASTM C-33 “Especificación de Agregados para Concreto” y lo que se ha señalado anteriormente

La forma de las partículas será aproximadamente cúbica o esférica; el peso de las partículas planas o alargadas no excederá del 15 % de cualquier muestra y en cualquier tamaño.

Agua.

Se utilizara únicamente agua de acuerdo a lo indicado según el código ACI 318 última edición.

Esta deberá estar libre de materiales y sustancias dañinas tales como aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan deteriorar al concreto o al acero de refuerzo.

En general solo se empleara agua potable.

5.14 .BASES PARA ESTIMACIONES.

Las características del proyecto definen el uso de las opciones siguientes.

El suministro de los materiales no producirá avance de obra ni será objeto de estimación, sino hasta que se empleen en la elaboración del concreto; en ese momento se sujetara a las especificaciones respectivas.

Pago:

Aquí no se considerarán los materiales, sino hasta que se empleen en la fabricación del concreto en sí.

Se medirán los conceptos en base a las cantidades de concreto colocado, es decir, por unidad de volumen (m^3).

Para este efecto solo se considerarán los volúmenes totalmente colocados y aprobados en su recepción por la supervisión de la UNAM, es decir, en el caso de los materiales antes descritos por m^3 de concreto, así como del valor que se le dé a cada etapa del trabajo estructural, al inicio del trabajo, respecto al total.

5.15 PROTECCIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO

Durante el periodo de curado, el concreto debe estar protegido contra el daño mecánico como son esfuerzos, almacenamiento y vibración excesiva. Todas las superficies de concreto acabadas deben protegerse del daño que pueda causar el equipo, materiales o métodos de construcción, mediante la aplicación de procedimientos de curado, y mediante lluvia o agua corriente. Las estructuras autosoportantes no deben cargarse de modo que sobrepase a los esfuerzos resistentes del concreto.

5.16 NORMAS Y CODIGOS

Todos los diseños se harán en conformidad con este documento y con la última versión de las normas y códigos indicados a continuación.

1. ASTM, American Society for Testing and Materials, (Sociedad Americana de Pruebas de Materiales).
2. AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials,
3. DGN-NOM, Dirección general de Normas, (Normas Oficiales Mexicanas).
- 4.- NMX, Normas Mexicanas

5.17 ACERO.

A menos que se indique de otra forma en los planos el acero de refuerzo en diámetro del # 2.5 (7.9 mm) y mayores será de acuerdo a la norma ASTM A-615, Grado 60 con $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$; el acero de refuerzo en diámetro del # 2 (6.4 mm), tendrá un $f_y = 2300 \text{ Kg/cm}^2$ como mínimo debiendo cumplir con el resto de los requisitos que establece la norma ASTM A-615, para el Grado 40, así como también deberá cumplir con las normas y especificaciones técnicas NMX-B-294-1986, 3.135.03 (1991) y 3.135.05 (1986).

La malla electro-soldada para refuerzo de concreto estará de acuerdo a los calibres, espaciamientos y medidas mostrados en los planos y deberá cumplir con los requisitos de la norma ASTM A-185: "Malla Electro-Soldada para Refuerzo de Concreto" y NMX-B-290-1988 "Malla soldada de alambre liso de acero para refuerzo de concreto".

El alambre para amarrar las varillas deberá ser alambre recocido del N° 18 de acuerdo a la norma NMX-B-253-1988

Cuando se empleen varillas lisas deberán ser del grado especificado por la supervisión correspondiente y deberán estar de acuerdo a los requerimientos de resistencia y deformación de la especificación correspondiente.

5.18 MANO DE OBRA.

El subcontratista deberá suministrar en cantidad y calidad necesaria el personal requerido para la ejecución de los trabajos descritos en este trabajo de tesis también deberá tener experiencia en la realización de los mismos y conocer el trabajo interdisciplinario dentro de la obra, para ello deberá

presentar relación de obras similares a las descritas aquí ejecutadas por él, que así lo acrediten.

5.19 EQUIPO Y HERRAMIENTA.

El subcontratista podrá emplear el equipo y herramienta que considere más conveniente con tal que pueda comprobar ante la UNAM. que es el adecuado y suficiente para ejecutar cada etapa del trabajo en la calidad, tiempo y costo establecidos.

5.20 ALMACENAMIENTO.

Todas las varillas se almacenarán en un lugar seco, cubierto, libre de materias orgánicas y cerrado sobre tarimas, bloques o vigas de madera para protección del mismo y que no estén en contacto directo con el terreno.

El material debe llegar y permanecer en la obra libre de oxidación, aceite, grasa o alguna otra sustancia dañina y sin quiebras, rebabas, escamas ni deformaciones de la sección.

Así mismo el acero de refuerzo debe almacenarse clasificado por grado, tipo y diámetro, en condiciones que eviten la oxidación y que lo protejan contra golpes y alteración química general.

5.21 SISTEMA DE EJECUCIÓN.

El subcontratista deberá insertar un programa detallado al programa general de la obra para evitar cualquier interferencia e indicar el inicio y terminación de su trabajo.

El subcontratista podrá emplear los procedimientos o procesos que considere más conveniente con tal que pueda comprobar ante la supervisión de la UNAM que son el o los adecuados y suficiente para ejecutar cada etapa del trabajo en la calidad, tiempo y costo establecidos.

Cuando el acero de refuerzo sea colocado en su lugar de almacenamiento final, deberá estar libre de lodo, aceite, grasa, oxido suelto o cualquier otra sustancia ajena a su superficie.

5.22 DOBLADO DE VARILLAS.

El radio de doblez para ganchos estándar, medido en la parte interior de la varilla, no será menor que los valores indicados en la siguiente tabla.

No deberán calentarse las varillas para doblarlas o hacer ganchos.

Los dobleces que no son ganchos estándar (para estribos y anillos) tendrán un radio, medido en la parte interior de la varilla, de $2 \varnothing$ para varillas del # 3 al # 5 y de $3 \varnothing$ para varillas del # 6 al # 8.

No se permitirá enderezar las varillas que previamente hayan sido dobladas, para volverlas a usar. Todas las varillas de $\frac{3}{4}$ " \varnothing o mayores deberán obtenerse y transportar sin doblar hasta el lugar de la obra.

5.23 COLOCACIÓN Y ATADURA.

Las varillas deberán colocarse precisamente, con las dimensiones correctas obtenidas de los planos de ingeniería. Las varillas se sujetarán en su posición final por medio de sujetadores de metal, alambre o soportes adecuados para tal efecto.

5.24 TRASLAPES.

Todos los traslapes deberán ajustarse a lo mostrado en la tabla 2. Se procurará no traslapar las varillas en las zonas de tensión a menos que éstas se suelde o unan mediante conectores, siempre bajo la aprobación y de acuerdo con las indicaciones de La Supervisión.

5.25 RECUBRIMIENTOS.

Al colocar el acero de refuerzo en los distintos elementos estructurales, deberán tomarse en cuenta los recubrimientos que a continuación se muestran.

Elemento	Recubrimiento en cm.
+ Cimentaciones con plantilla	2.5
+ Cimentaciones sin plantilla	10.0
+ Losas	2.5
+ Trabes, y Muros	5.0

5.26 PRUEBAS.

Es responsabilidad del subcontratista efectuar ante la supervisión de la UNAM, todas las pruebas por él requeridas, así como suministrar todo lo necesario para ello.

Para soldadura con las varillas traslapadas. Se efectúa en dos varillas, una junto a la otra, separadas de 2 a 3 mm y unidas con un cordón lateral ininterrumpido a ambos lados de las varillas. El cordón de la soldadura debe realizarse en forma continua. La longitud de traslape es de 8 diámetros de

varilla (para varilla con $f_y = 4200\text{Kg/cm}^2$) y el espesor del cordón de soldadura será de 0.25 diámetros de la varilla.

La soldadura a tope es recomendada en varillas de 1" de diámetro o mayores. En varillas de diámetro menor es recomendable soldar con traslape.

Los traslapes de varillas también podrán ser mediante el uso de mufas a presión o conectores roscados (Elementos Mecánicos) debiendo en este último caso roscar los extremos de las varillas a conectar.

5.27 TOLERANCIAS.

Las tolerancias en la colocación y habilitado del acero de refuerzo estarán de acuerdo a lo indicado en los planos estructurales correspondientes.

Cada lote de acero de refuerzo entregado en la obra serán sometido a las siguientes pruebas.

Doblado según ASTM A-615.

Elasticidad según ASTM A-615 y ASTM A-370.

Corrugación, Peso, Densidad Y Resistencia de acuerdo a ASTM A-615.

Deberá considerarse lo indicado en las normas NMX-C-407-ONNCCE-2001 y NMX-B-294-1986.

El subcontratista debe avisar con anticipación, la procedencia del acero de refuerzo que le será enviado a la obra y de que fabricante para que La Supervisión tome las previsiones para el muestreo de comprobación indicado en los incisos anteriores.

Todos los reportes de Laboratorio que se elaboren serán entregados a la supervisión de la UNAM.

5.28 SUPERVISIÓN Y RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Los conceptos que se deberán considerar como mínimo son los que a continuación se enumeran:

1.- Que se hayan elaborado las pruebas de laboratorio indicadas en el apartado anterior, que sus resultados sean favorables y que se haya cumplido con lo expresado en esta especificación.

2.- Los materiales estarán accesibles a la supervisión de la UNAM en cualquier etapa de su obtención, transporte, beneficio, almacenamiento, etcétera.

3.- Será a cargo del subcontratista el costo de las reposiciones por falla de aplicación o materiales o por omisión de lo estipulado en esta tesis y/o lo indicado en los planos.

4.- Personal de la dirección de obra deberá estar presente en las pruebas descritas anteriormente, siendo ellos los únicos autorizados para dar su aprobación a dichos eventos.

5.- Antes de proceder al colado de cualquier parte de la estructura, el subcontratista deberá obtener el visto bueno de la supervisión de la UNAM respecto al armado. Cualquier modificación a las indicaciones contenidas en los planos estructurales, incluso la sustitución de varillas, quedara sujeta a la aprobación del personal de supervisión de la UNAM.

5.29 BASES PARA ESTIMACIONES PARA ACERO DE REFUERZO.

Las características del proyecto definen el uso de las opciones siguientes:

1.- Se medirán los conceptos mencionados considerando como unidad de medida el Kg de acero colocado y habilitado, el peso total será obtenido de los planos estructurales y se calculara en base a los pesos teóricos mostrados en los Manuales para Diseño y de acuerdo con el método de evaluación propuesto por los mismos.

2.-Para efecto de pago solo se considerarán los armados totalmente terminados, es decir, armados colocados y habilitados y aprobados en su recepción por la Supervisión, esto es, en el caso de los materiales descritos anteriormente. Por Kg de acero de refuerzo, así como del valor que se le dé a cada etapa del trabajo al inicio de este, respecto al total.

CONCLUSIONES (A10)

6 CONCLUSIONES

Con la intención de poder combatir los encharcamientos o posibles inundaciones dentro de la FES Aragón se realizó este trabajo de tesis a nivel de proyecto para la construcción de un tanque de tormenta dentro de la citada Institución con el fin de poder almacenar agua de lluvia y darle uso para el riego de aéreas verdes y/o para el servicio de sanitarios en el área de los laboratorios de ingeniería civil, así como aportar información técnica y de diseño hidráulico y estructural realizando una observación de estudio que tenga como objetivo la construcción de dicho tanque .

Los datos que se obtuvieron se calcularon de tal forma que los resultados estén tan cerca de lo real y que si es conveniente ajustarlos sea lo menos posible. El diseño de este tanque es solo para captar la lluvia que cae sobre el área del estacionamiento general ya que si se proyectara para toda la cuenca de la FES se tendría un tanque con dimensiones muy grandes, muy caro y de baja funcionalidad, entonces se propone dividir la cuenca y solo captar el área en cuestión.

El principio para lograr esta tesis fue primero observar el lugar después de una lluvia moderada, viendo los encharcamientos que se produjeron y el tiempo que duro la misma posteriormente se tomaron algunas fotos para localizar los puntos donde se concentraba el agua y así poder diseñar una red de captación por medio de registros de concreto y pozos de visita con tubería de conducción para ser llevada al lugar donde quedo localizado el tanque de tormenta.

Con algunos datos de campo que se obtuvieron por medio de un plano general del estacionamiento y tomando medidas con cinta se inició el trazo de la red de captación antes se ubicó el tanque de tal forma que no obstruya algún paso o entrada a los edificios tomando en cuenta que el servicio que se le dará a esta agua será para riego y sanitarios se propone que se construya en el área verde entre el edificio del gimnasio y el edificio de los laboratorios de Ingeniería civil con apoyo también del programa Gogle Earth se pudo captar una imagen satelital del área del estacionamiento para comparar la medidas que en campo se realizaron y tomar una de promedio para que así sea lo más preciso posible y poder determinar el área de la cuenca en estudio de tal forma que con estos datos se pudiera lograr el cálculo preliminar del dimensionamiento de tanque.

Posteriormente se realizaron las investigaciones complementarias sobre parte de la historia de la facultad y los problemas que a sufrido debido a las lluvias pasadas, tomando en cuenta la capacidad de alumnos con las que cuenta en la actualidad cada día es más complicado poder tener un control de las instalaciones y más aun con las hidráulicas y sanitarias es por eso que con ésta tesis se pueda dar alguna solución a dichos problemas de encharcamientos y se pueda tomar en cuenta o para un futuro proyecto que traerá un gran beneficio tanto a la institución como a la comunidad que la rodea directamente traerá beneficios al sistema de drenaje local del municipio.

Con las experiencia vividas dentro de la facultad de la magnitud de tormentas que pasaron puedo atreverme a decir que si este proyecto se lograra ejecutar sería de gran importancia para la FES Aragón y la U.N.A.M. Ya que se podría quedar como ejemplo para futuras unidades académicas, además en el tiempo que he trabajado relacionado a este tipo de proyectos me he dado cuenta que estos tanques son funcionales y traen grandes beneficios socioeconómicos para los lugares donde se han construido y que hoy en la actualidad siguen funcionando, podría dar algunos ejemplos pero tendría que mencionar los nombres de algunos centros comerciales y/o industrias privadas creando algún tipo de publicidad por tal motivo me reservo de estos ejemplos.

El diseño hidráulico del tanque esta dado con la idea para que pueda funcionar como una cisterna enterrada en la cual se almacene el agua pluvial con un sistema por gravedad mediante una red de drenaje que conduzca de forma óptima la mayor cantidad de agua logrando su captación y control dentro de este tanque para ser posteriormente utilizada de forma económica para beneficio de riego y sanitarios.

El diseño estructural se llevó a cabo mediante el análisis por esfuerzos admisibles trabajando con muros de concreto armado y contra trabes céntricas formando celdas de 5.5 x 5.5 metros cada una.

Esta estructuración será capaz de soportar las cargas verticales y laterales., Y así dar una mejor estabilidad a la estructura.

Para poder proponer la distribución de una red de riego será necesario conocer las propias instalaciones existentes que puedan dar este servicio y poder adaptar un sistema que logre dar más y mejor funcionamiento de estas, por lo podría ser otro tema de tesis, ya que en esta no está dentro del alcance, además sería profundizar el concepto y título del cual se está proyectando este trabajo.

Finalmente se puede mencionar que esta tesis es parte de un proyecto que pudiera ser la solución para el aprovechamiento del agua que cae sobre la superficie y que cada vez es más intensa, notando que no tiene un gran control por parte de la misma sociedad, dejando que se pierda dentro de los drenajes municipales, mezclándose con aguas negras y contaminadas ocasionando un gran desequilibrio ambiental a nivel global.

BIBLIOGRAFÍA (A 11)

7 BIBLIOGRAFIA

- 1.- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI)
- 2.- Apuntes de Captaciones y Conducciones de la FES Aragón.
- 3.- Enciclopedia de los Municipios de México (Estado de México) © 2005.
- 4.- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México.
- 5.- Congreso Nacional de Hidráulica 2008 “FRANCISCO TORRES H.”
- 6.- Presentación hidráulica del Profesor Daniel Francisco campos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- 7.- Fundamentos de Hidrología de superficie de Francisco Javier Aparicio Mijares, Edit. Limusa, México.
- 8.- Abastecimiento de Agua Potable de Pedro López Alegría IPN. México 1985.
- 9.- Hidrología de Rolando Springal G. Series del Instituto de Ingeniería de la UNAM. México Abril de 1970.
- 10.- Manual de diseño por sismo de la Comisión Federal de Electricidad México D.F. 1993.
- 11.- Norma NMX-C-403-ONCCE-2001 “Curado del Concreto”
- 12.- Norma NMX-C-155-ONCCE-2004 “Curado del Concreto”
- 13.- American Concrete Institute. ACI 318-02, edición 2002.
- 14.- American Concrete Institute. ACI 305 R-99 , ACI -515-1R y ACI-517-2R
- 15.- American Society of Testing and Materials ASTM-C171 y ASTM-C309
- 16.- ACI 305: Colocación de Concreto en Clima Frío.
- 17.- ACI 318 (2002): Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado.
- 18.- ASTM C-94: Especificaciones para Concreto Premezclado.
- 19.- PEMEX 3.135.02 (1986) Elaboración y control de concreto.
- 20.- Diseño Estructural de Roberto Meli Piralla, Investigador del Instituto de ingeniería de La Universidad Nacional Autónoma de México, Segunda edición 2009

ANEXOS (A12)

8 ANEXOS

ANEXO 1: Tabla 1. Granulometría del Agregado Fino (arena).

ANEXO 2: Tabla 2. Granulometrías del Agregado Grueso (grava).

ANEXO 3: Tabla 3. Máxima relación agua-cemento para concreto

ANEXO 4: Tabla 4. Revenimientos recomendados del concreto para diferentes construcciones

ANEXO 5.- Tabla 5. Doblado de Varillas

ANEXO 6.- Tabla 6. Empalmes de Varillas

8.1 ANEXO 1.

TABLA 1. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO.
(SEGÚN LA NORMA ASTM C-33)

MALLA CON ABERTURA CUADRADA	PORCIENTO EN PESO QUE PASA LA MALLA
9.5 mm (0.375 pulgadas)	100
Nº 4	95 a 100
Nº 8	80 a 100
Nº 16	50 a 85
Nº 30	24 a 60
Nº 50	10 a 30
Nº 100	2 a 10

Los porcentajes mínimos mostrados arriba para materiales pasando las mallas Nº 50 y Nº 100, pueden ser reducidos a 5 (cinco) y 0 (cero) respectivamente, si los agregados serán usados en concreto con aire incluido y que contengan más de 250 kg de cemento por m³ o si un aditivo mineral aprobado se emplea para suministrar la diferencia en porcentajes pasando esas mallas. El concreto con aire incluido es aquí considerado como concreto preparado con "cemento inclusor de aire" o con un agente inclusor de aire y teniendo un contenido de aire de no más de 3 %.

8.2 ANEXO 2.

Tabla 2 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO.

MALLA CON ABERTURA CUADRADA	PORCIENTO EN PESO QUE PASA LA MALLA		
	GRAVA 1	GRAVA 2	GRAVA 3
102 mm (4")	100		
76 mm (3")	90 a 100		
63 mm (2½")	25 a 60		
51 mm (2")	100		
38 mm (1½")	80 a 100	0 a 15	
25 mm (1")	100		
19 mm (¾")	90 a 100	35 a 70	0 a 5
13 mm (½")			
9 mm (⅜")	20 a 55	10 a 30	
Nº 14	0 a 10	0 a 5	

8.3 ANEXO 3.

Tabla 3 MÁXIMA RELACIÓN AGUA-CEMENTO PARA CONCRETO.

RESISTENCIA (f'_c) ESPECIFICADA	RELACIÓN MÁXIMA ADMISIBLE EN PESO (3)	
	CONCRETO SIN INCLUSOR DE AIRE	CONCRETO CON INCLUSOR DE AIRE
175	0.67	0.54
200	0.58	0.46
250	0.51	0.40
300	0.44	0.35

8.4 ANEXO 4.

TABLA 4. REVENIMIENOS RECOMENDADOS DEL CONCRETO PARA DIFERENTES ESTRUCTURAS.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	REVENIMIENTO, EN CENTIMETROS	
	MÁXIMO	MÍNIMO
Muros de Cimentación y Zapatas	7.5	2.5
Zapatas, Cajones de Cimentación y Muros de Subestructura sencillos	7.5	2.5
Vigas y Muros Reforzados	10	2.5
Columnas para Edificios	10	2.5
Pavimentos y Losas	7.5	2.5
Concreto Masivo	7.5	2.5

El revenimiento se puede incrementar cuando se emplean aditivos químicos, se debe considerar que el concreto tratado con aditivo tiene una relación agua-cemento o agua-

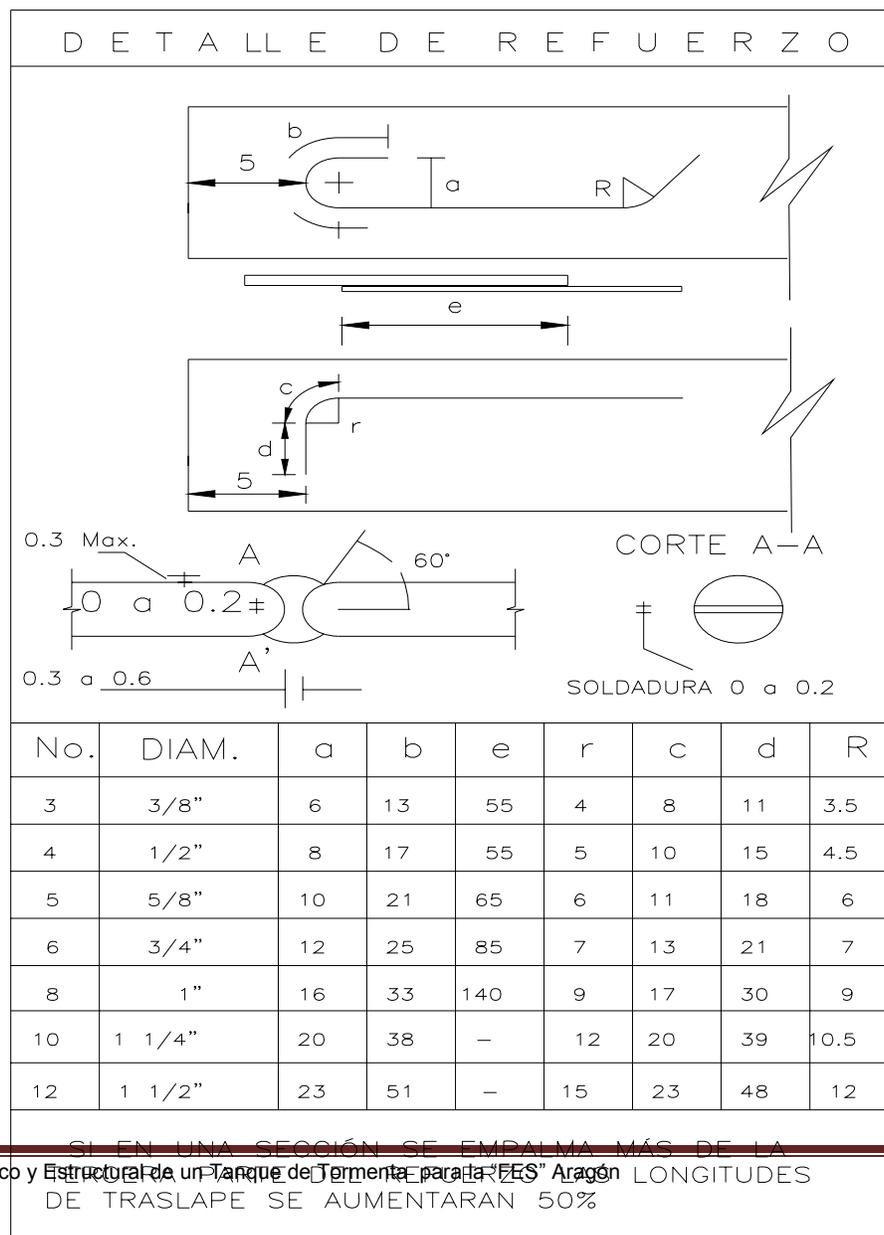
materiales cementantes igual o menor sin que potencialmente tenga segregación o sangrado excesivo. Se puede incrementar en 2.5 cm cuando los métodos de compactación no sean mediante vibrado.

Se podrá emplear la norma ASTM C-138, para determinar el revenimiento en otros casos o condiciones.

Si el concreto es colocado con bomba los revenimientos serán de 5 cm como mínimo y 15 cm como máximo (norma de Petróleos Mexicanos N° 3.135.02 y/o 4.137.10)

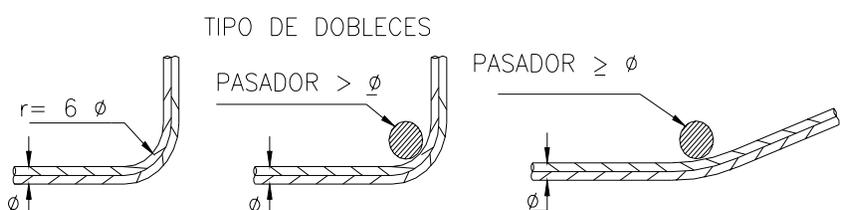
8.5 ANEXO 5.

TABLA 5. DOBLADO DE VARILLAS.



8.6 ANEXO 6.

TABLA 6. TRASLAPES DE VARILLAS.

T A B L A D E V A R I L L A S			
CALIBRE #	DIAMETRO ϕ	LONGITUD DE ANCLAJE	
		" La "	" Lg "
2.5	5 / 16"	35	20
3	3 / 8"	40	30
4	1 / 2"	50	30
5	5 / 8"	55	30
6	3 / 4"	70	30
8	1"	125	60
"La" = LONGITUD DE TRASLAPE "Lg" = ANCLAJE EN ESCUADRA			
<p>TIPO DE DOBLECES</p>  <p>EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO LOS ESTRIBOS SERÁN DE LA SIGUIENTE FORMA:</p> 