Rama Judicial
Consejo Superior de la Judicatura
República de Colombia

MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUTURALES PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CRUDA Y TRATADA DE APIA RISALRADA

CONTRATO NO MC-22-2024

OBJETO – "CONTRATAR EN NOMBRE DE LA NACIÓN – CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA - DIRECCIÓN SECCIONAL DE ADMINISTRACIÓN JUDICIAL DE PEREIRA, LA CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO Y FACTIBILIDAD A TODO COSTO DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS EN LAS SEDES DEL DISTRITO JUDICIAL DE PEREIRA – RISARALDA"

EJE TECNICO INGENIERIA Y ARQUITECTURA SAS
CONTRATISTA DE CONSULTORIA
RL GUSTAVO ADOLFO TABARES BURGOS

TABLA DE CONTANIDO

1. INTRODUCCÍON 2
2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA 3
2.1. DEFINICIÓN DEL MATERIAL ESTRUCTURAL EMPLEADO Y DATOS DE ENTRADA MODELO ESTRUCTURAL 3
3. REVISIÓN DE LAS CARGAS UTILIZADAS 4
3.1. CARGA MUERTA LOSA SOBRE TERRENO 4
3.2. CARGA VIVA 4
3.3. COMBINACIONES DE CARGA 4
4. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL EMPLEADO 5
5. VERIFICACIÓN DEFLEXIONES VERTICALES DE LA LOSA SOBRE EL TERRENO. 6
5.1 LÍMITE DE FLECHA NSR-10 6
5.2 LIMITES DE FLECHAS EN CYPECAD 7
6. PROCEDIMIENTO DE LOS DISEÑOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES. 7
7. DATOS DE ENTRADA MODELO ESTRUCTURAL 10
8. DATOS DE SALIDA MODELO ESTRUCTURAL 10
9. DISEÑO LOSA SOBRE TERRENO 11
10. CONCLUSIONES 12
11. CEDULA Y TARJETA PROFESIONAL 13
12. DIPLOMA ESPECIALISTA 15

1. INTRODUCCÍON

Este informe contiene las memorias de cálculo para el proyecto C**ONSTRUCCIÓN DE LOSA DE PISO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CRUDA Y TRATADA, CUARTO RESIDUOS SOLIDOS DEL PALACIO DE JUSTICIA APIA,** siguiendo los requisitos establecidos en el reglamento colombiano de construcciones sismo resistente NSR-10, ley 400 de 1977, ley 1229 de 2008, Decreto 926 de 2010, decreto 945 del 05 de junio de 2017 y Resolución 0017 del 04 de diciembre de 2017.

En cuanto a los programas a utilizados fueron CYPECAD y CYPE 3D Licencia 111054 versión 2025 B siendo los dos programas excepcionales para calcular estructuras de hormigón armado y de acero a la luz del reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10.

Para esto se verifico el cumplimiento del reglamento NSR-10 con respecto a lo siguiente:

- ✓ Definición de los parámetros de diseño cargas de servicio.
- ✓ Definición del sistema estructural (losa de piso) de la resistencia y del material estructural empleado en el diseño.
- ✓ Verificación deflexiones verticales de la losa de pisos por elementos finitos.
- ✓ Diseño de la losa de piso por el método de Winkler.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

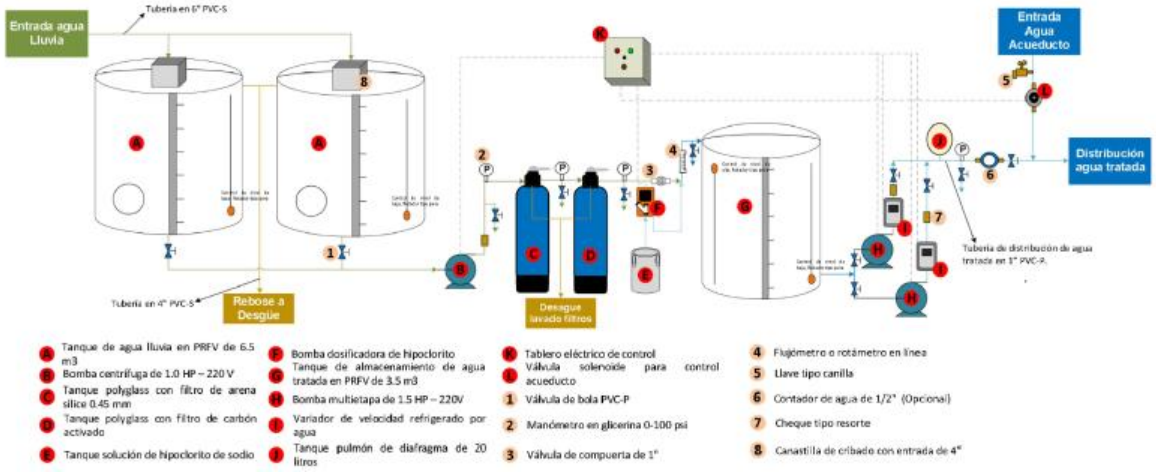


Figura 1. Esquema de tratamiento de agua lluvia

El reglamento colombiano de construcciones en el titulo C reconoce el diseño de los diferentes elementos estructurales que compone una estructuras de ingeniería ambiental de concreto como son los requisitos especiales de durabilidad, protección de concreto para refuerzo, y losas sobre el terreno en estructuras ambientales.

LOSAS SOBRE TERRENO EN ESTRUCTURAS AMBIENTALES

Las losas sobre terreno en estructuras ambientales distribuyen las cargas que reciben de los diferentes elementos que debe soportar en el caso en estudios dos tanque de almacenamiento de aguas lluvias con capacidad de 6.5 m3 y uno de 3.5 m3, más la carga en el cuarto de almacenamiento de residuos solidos que se estima en de acuerdo con la tabla B.4.2.1-1 cargas vivas mínimas uniformes distribuidas almacenamiento liviano.

2.1. DEFINICIÓN DEL MATERIAL ESTRUCTURAL EMPLEADO Y DATOS DE ENTRADA MODELO ESTRUCTURAL

La losa sobre el terreno en estructuras ambientales como mínimo se debe usar concreto de 28 Mpa según tabla C.23-C.4.3.1 **REQUISITOS DEL CONCRETO SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN**, y acero de refuerzo tanto transversal como longitudinal de 420 Mpa.

En cuanto al acero de refuerzo el acero en las dos direcciones ortogonales deberá tener un resistencia mínima de Fy = 420 Mpa, para su protección en la superficie superior el recubrimiento deberá ser de 5 cm y en la cara contacto

sobre la subrasante o suelo deberá ser de 7.5 cm

3. REVISIÓN DE LAS CARGAS UTILIZADAS

Siguiendo con los lineamientos del titulo B Cargas se procede a estimar las distintas solicitaciones que se van a aplicar sobre la losa sobre el terreno de concreto reforzado.

3.1. CARGA MUERTA LOSA SOBRE TERRENO

La carga muerta corresponde al peso propio de la losa sobre el terreno, más los elementos que debe soportar la losa como son el pesos de los tanques, elementos no estructurales como divisiones liviana, y el peso de la bombas hidráulicas para el buen funcionamiento del sistema de aguas lluvias.

3.2. CARGA VIVA

En cuanto a las cargas CYPECAD al definir las plantas del edificio, el programa genera una ventana emergente donde se pueden insertar el número de plantas y las cargas de la estructura según su uso, seguidamente evaluados los usos de cada entrepiso a la luz de la NSR-10 se procede a introducir las cargas Q, en unidades de (KN/m2)

3.3. COMBINACIONES DE CARGA

El programa CYPE en cuanto a las combinaciones de cargas utiliza las mismas combinaciones básicas de la NSR-10, indicadas en la imagen inferior. En el archivo de nombre combinaciones en PDF. Se pude verificar que los coeficientes utilizados por el programa CYPE corresponden a los coeficientes de la NSR-10.

B.2.4.2 — **COMBINACIONES BÁSICAS** — El diseño de las estructuras, sus componentes y cimentaciones debe hacerse de tal forma que sus resistencias de diseño igualen o excedan los efectos producidos por las cargas mayoradas en las siguientes combinaciones:

$$1.4(D+F) \quad \text{(B.2.4-1)}$$

$$1.2(D+F+T)+1.6(L+H)+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad \text{(B.2.4-2)}$$

$$1.2D+1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)+(L \text{ ó } 0.8W) \quad \text{(B.2.4-3)}$$

$$1.2D+1.6W+1.0L+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad \text{(B.2.4-4)}$$

$$1.2D+1.0E+1.0L \quad \text{(B.2.4-5)}$$

$$0.9D+1.6W+1.6H \quad \text{(B.2.4-6)}$$

$$0.9D+1.0E+1.6H \quad \text{(B.2.4-7)}$$

4. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL EMPLEADO

Revisión de los parámetros de suelos, se verificaron según configuración estructural y cargas de la estructura.

Revisión de las características del material estructural emplear. De acuerdo con los requisitos de durabilidad dados en la tabla C.23-C.4.3.1 **REQUISITOS DEL CONCRETO SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN**

Revisión de las cargas peso propio, carga muertas y carga vivas a la que va a estar expuesto la losa sobre el terreno.

Cálculo del módulo de balasto de acuerdo con el análisis realizado para determinar los parámetros del suelo y a las deformaciones permitidas a losas sobre el terreno según título H NSR.10.

Análisis de la losa apoyada por sobre el terreno por el modelo de elementos finitos, con los parámetros de diseño revisados, como son cargas y módulo de balasto.

Revisión de las deformaciones de la losa apoyada sobre el terreno, resultado del análisis de elementos finito.

Revisión cumplimiento de los parámetros de resistencia y de rigidez a la luz de la NSR-10.

5. VERIFICACIÓN DEFLEXIONES VERTICALES DE LA LOSA SOBRE EL TERRENO.

5.1 LÍMITE DE FLECHA NSR-10

H.4.9 — EFECTOS DE LOS ASENTAMIENTOS

H.4.9.1 — CLASIFICACIÓN — Se deben calcular los distintos tipos de asentamientos que se especifican a continuación:

(a) ***Asentamiento máximo*** **—** Definido como el asentamiento total de mayor valor entre todos los producidos en la cimentación.
(b) ***Asentamiento diferencial*** **—** Definido como la diferencia entre los valores de asentamiento correspondientes a dos partes diferentes de la estructura.
(c) Giro — Definida como la rotación de la edificación, sobre el plano horizontal, producida por asentamientos diferenciales de la misma.

H.4.9.2 — LÍMITES DE ASENTAMIENTOS TOTALES — Los asentamientos totales calculados a 20 años se deben limitar a los siguientes valores:

(a) Para construcciones aisladas 30 cm, siempre y cuando no se afecten la funcionalidad de conducciones de servicios y accesos a la construcción.
(b) Para construcciones entre medianeros 15 cm, siempre y cuando no se afecten las construcciones e instalaciones vecinas.

H.4.9.3 — LÍMITES DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES — Los asentamientos diferenciales calculados se deben limitar a los valores fijados en la tabla H.4.9-1, expresados en función de ℓ, distancia entre apoyos o columnas de acuerdo con el tipo de construcción.

Tabla H.4.9-1
Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas, ℓ

Tipo de construcción	Δ_{max}
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{1000}$
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\frac{\ell}{500}$
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{300}$
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{160}$

H.4.9.4 — LÍMITES DE GIRO — Los giros calculados deben limitarse a valores que no produzcan efectos estéticos o funcionales que impidan o perjudiquen el funcionamiento normal de la edificación, amenacen su seguridad, o disminuyan el valor comercial de la misma. En ningún caso localmente pueden sobrepasar de $\ell/250$.

La losa sobre el terreno se verifica para valores máximos de asentamientos esperado L/1000

5.2 LIMITES DE FLECHAS EN CYPECAD

En CYPECAD se puede obtener los asentamientos citadas en la combinación deseada, para las losas apoyadas sobre el suelo.

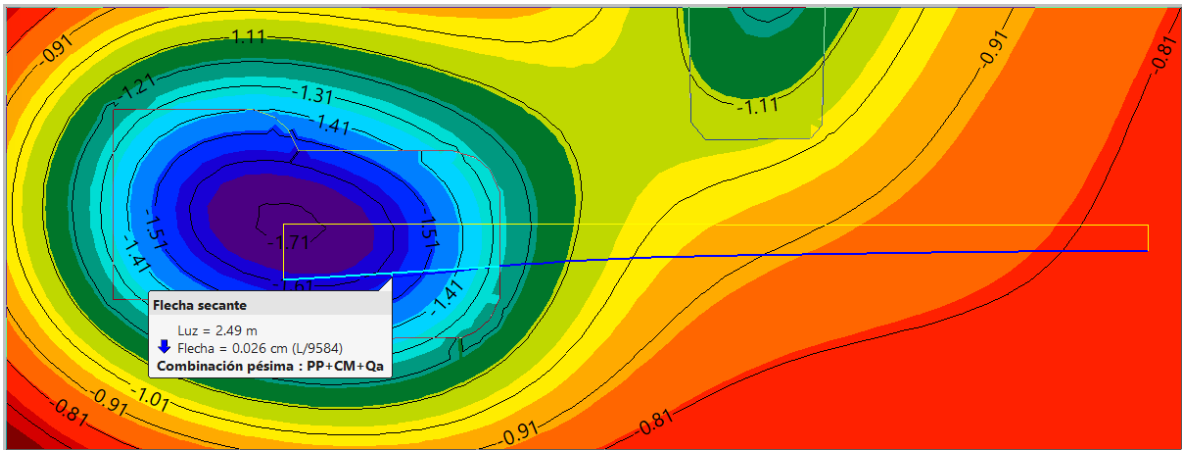


Figura 2. Mapa de asentamientos

El cálculo de asentamientos en losas de hormigón armado apoyadas sobre el terreno es complejo debido a la dificultad de conocer la rigidez de las secciones, que varía en función del módulo de deformación de los materiales. En particular el módulo del hormigón depende de muchos factores, entre ellos el tiempo, de la disposición de las armaduras, de la fisuración, de las condiciones climáticas entre otros.

La NSR-10 calcula los asentamientos siguiendo el método de Winkler por elementos finitos calculando el módulo de reacción.

Cypecad para la verificación de los asentamientos nos debemos de ir a la ventana isovalores, luego hacemos clic en flecha entre dos puntos y encontramos la deformación entre 2 puntos del entrepiso que deseemos comprobar el asentamiento máximo, por ejemplo, revisaremos el asentamiento diferencial máximo por, peso propio, carga muerta y carga viva para un límite de deflexión de L/1000, Figura 2

6. PROCEDIMIENTO DE LOS DISEÑOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Cypecad cuenta con un editor de losas que permite consultar y editar las secciones su armado y analizar las comprobaciones de cálculo, el programa verifica las prescripciones de diseño según la NSR-10 como el altura mínima, distancias mínimas entre barras longitudinales, cuantías mínimas a flexión,

el espaciamiento de la armadura transversal.
En general el programa realiza las diferentes comprobaciones de la NSR-10 en lo referente a los requisitos geométricos, Requisitos generales para el refuerzo longitudinal, detallado del refuerzo a flexión. En la figura 3 se muestra la verificación del refuerzo. Malla de refuerzo inferior y superior 6000x2200 8/150 Fy = 500 Mpa.

Referencia	6000x2200 8/150

Armadura

Dirección X			Dirección Y		
Longitud (lx)	6000	mm	Longitud (ly)	2200	mm
Diámetro	8.0	mm	Diámetro	8.0	mm
Límite elástico	500	MPa	Límite elástico	500	MPa
Separación (sy)	150	mm	Separación (sx)	150	mm
Longitud de solape 1 (lsx,1)	0	mm	Longitud de solape 1 (lsy,1)	0	mm
Longitud de solape 2 (lsx,2)	400	mm	Longitud de solape 2 (lsy,2)	400	mm

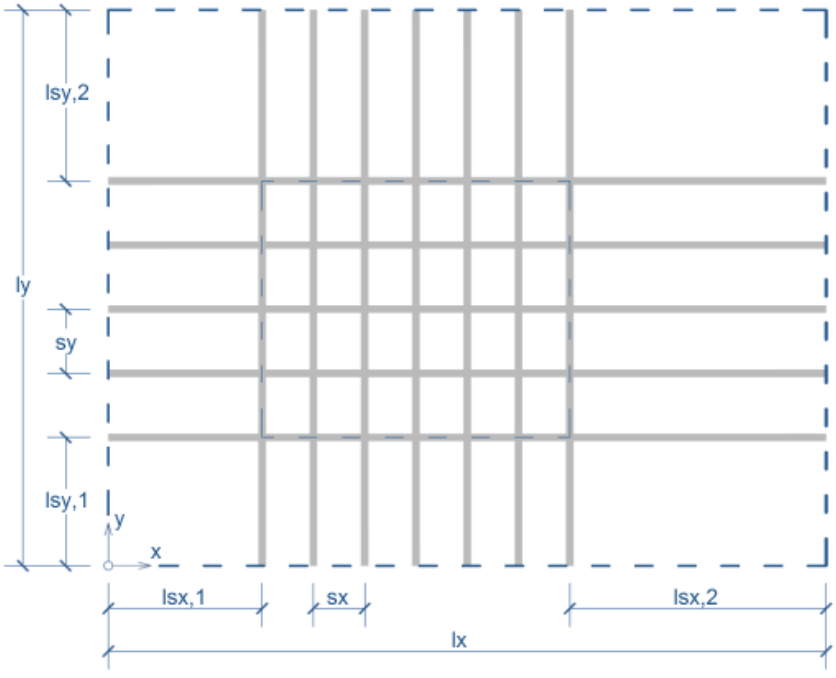


Figura 3. Datos del Acero de Refuerzo

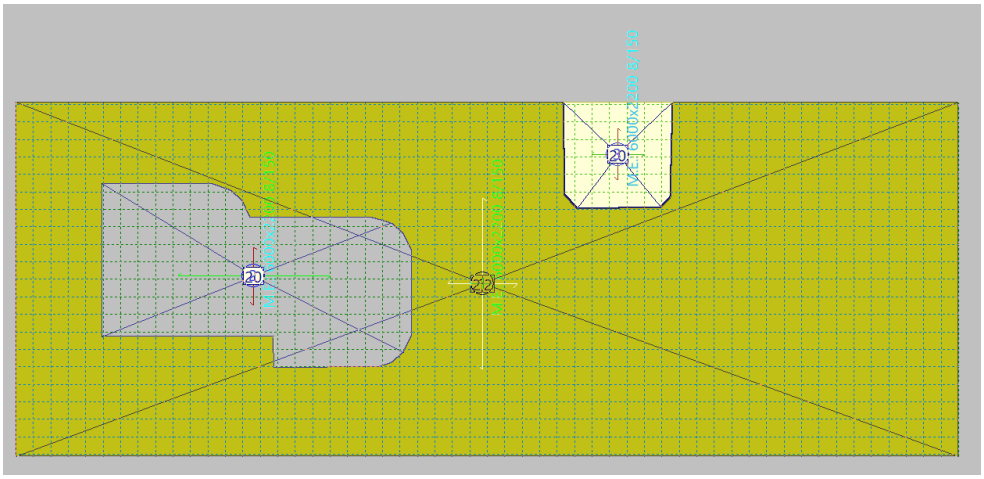


Figura 4. Modelo realizado

7. DATOS DE ENTRADA MODELO ESTRUCTURAL

Una vez estudiados los datos de entrada de la estructura como son dimensiones de la losa de piso sobre suelo y análisis de carga del sistema de entrepiso, se llega el momento de comprobar el predimensionamiento inicial de la estructura, para ello se procede a modelar el entrepiso utilizando el software CYPECAD 2025.b. Licencia 111054, programa que esta actualizado a la última normativa nacional, introducido los datos empieza un arduo trabajo que es el de comprobar el cumplimiento de norma en la placa de piso y la comprobación de los esfuerzos cortante, esfuerzos de flexión, asentamientos diferenciales entre los nudos de la losa, las tensiones excesivas, el despegue y el refuerzo de la losa apoyada sobre el terreno. ANEXO 1

8. DATOS DE SALIDA MODELO ESTRUCTURAL

Comprobado el cumplimiento de norma y los armados en la losa de piso el refuerzo se puede optimizar, tanto en cuantía como en facilidad de puesta en obra se llega el momento de imprimir los resultados del modelo estructural.

Para ello el programa CYPECAD genera un archivo PDF Combinaciones de diseño, datos de entrada y salida refuerzo malla electrosoldada, Para generar este archivo fue necesario repasar cada uno de los esfuerzos en la losa de piso hasta dar cumplimiento a los requisitos exigidos por la NSR – 10.

Esfuerzos en el nudo de coordenadas: 9.55, 18.71

Planta	Hipótesis	Cort. X (kN/m)	Cort. Y (kN/m)	Mom. X (kN·m/m)	Mom. Y (kN·m/m)	Mom. XY (kN·m/m)
0	Peso propio	-0.0195	0.0271	0.0006	0.0297	0.0158
	Cargas muertas	2.3747	-1.2098	8.0316	4.1533	0.6947
	Sobrecarga de uso	-0.0244	0.0287	0.0094	0.0325	0.0175

Detallado en – **ANEXO 2. DATOS DE SALIDA REFUERZO MALLA ELECTROSOLDADA.**

9. DISEÑO LOSA SOBRE TERRENO

Tensiones sobre el terreno en Mpa

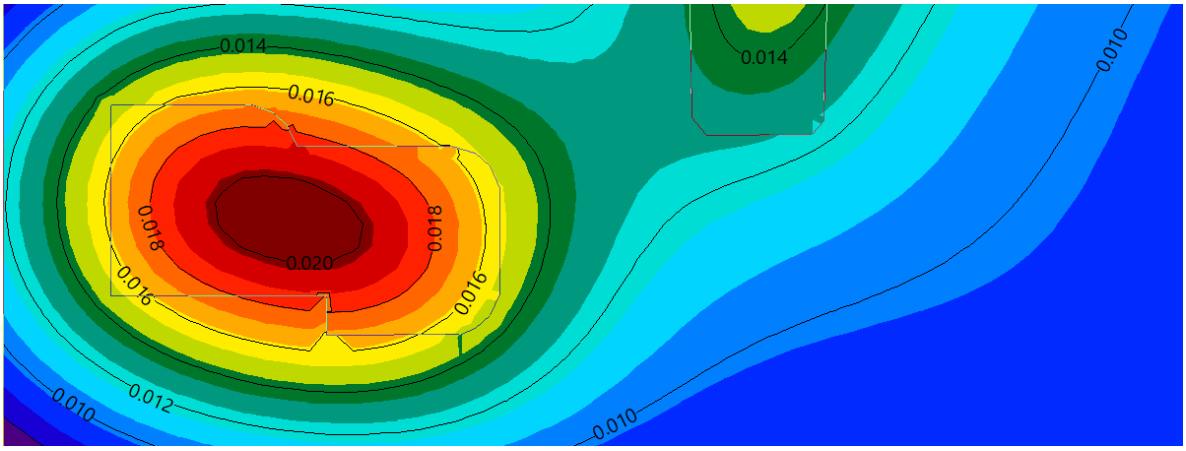


Figura 4. Diseño de Losa

El programa a la luz de la NSR-10 y criterios tomados del libro “Cálculo de estructuras de cimentación”, de José Calavera. Ed. INTEMAC, 1991. Comprueba las tensiones del terreno, los esfuerzos de flexión en la losa sobre el suelo debido a las cargas tanque de almacenamiento y peso del residuo sólido, también se comprueba que los esfuerzos en la losa no sean superados por el efecto de excentricidad, además comprueba que la sección del entrepiso en sus dos direcciones absorbe el cortante derivado de la carga que recibe.

Asimismo, la geometría y el armado se someten a todas las consideraciones geométricas propuesta por el reglamento colombiano de construcciones sismo

resistente NSR-10. Todas estas comprobaciones vienen especificadas en los listados, en lo que indica los artículos considerados.

10. CONCLUSIONES

1. Por las condiciones de durabilidad del hormigón y prevenir la corrosión del acero de refuerzo se debe construir una losa de 25 cm de espesor, con una resistencia mínima de concreto de f'c = 28 Mpa

2. El recubrimiento del acero de refuerzo de la cara de la losa expuesta a la intemperie deberá ser mínimo de 7.5 cm y en todas las caras que tenga contacto permanente con el suelo.

3. El recubrimiento del acero de refuerzo en la cara superior de la losa deberá der mínimo de 5 cm.

4. El acero de refuerzo constará de Malla electrosoldada, refuerzo inferior y superior 6000x2200 8/150. Fy = 500 Mpa.

5. La losa de entrepiso deberá esta soportada bajo una capa de afirmado de 15 cm de espesor tipo INVIAS

Atentamente,



Carlos Humberto Arenas G.

Ing. Civil - Especialista En Estructuras

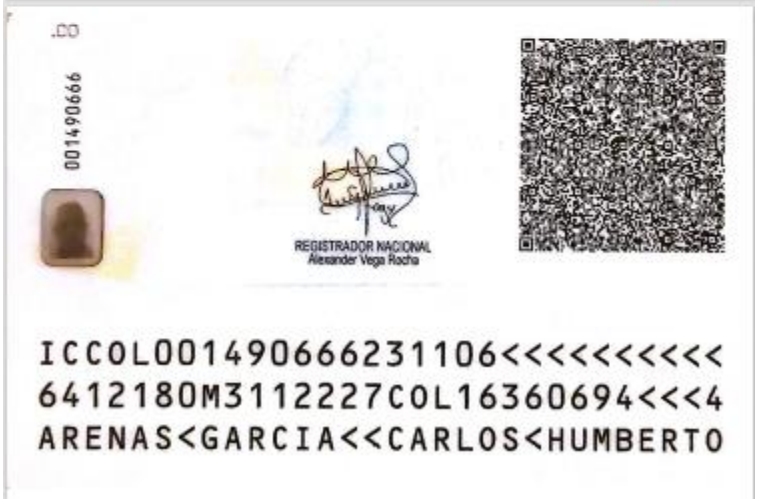
MP 1720234092 DE CLD

Anexo 1: Datos de entrada

Anexo 2: Datos de salida refuerzo malla electrosoldada

11. CEDULA Y TARJETA PROFESIONAL






REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
17202-34092 CLD
Fecha de Expedición: 21/12/1989

Nombre:
CARLOS HUMBERTO
ARENAS GARCIA

Identificación:
C.C. 16360694

Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA SEDE MANIZALES

Escaneado con CamScanner

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza al titular a ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

DIRECTOR GENERAL

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

Escaneado con CamScanner

12. DIPLOMA ESPECIALISTA

LA UNIVERSIDAD NACIONAL
DE COLOMBIA

FACULTAD DE

MINAS

TENIENDO EN CUENTA QUE

CARLOS HUMBERTO ARENAS GARCIA
C.C No. 16.360.694 de Tuluá

CUMPLIO SATISFACTORIAMENTE
TODOS LOS REQUISITOS REGLAMENTARIOS DEL PROGRAMA
DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS LE CONFIERE EL TITULO DE

ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS

EN LA CIUDAD DE MEDELLIN A SEPTIEMBRE 28 DE 2001

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD

DECANO DE LA FACULTAD

SECRETARIO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD

SECRETARIO DE LA FACULTAD

REGISTRADO AL FOLIO 023 DEL LIBRO DE DIPLOMAS 011