

NORMA TÉCNICA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

NDC-SE-AA-019/V2.0

CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL



Código	NDC-SE-AA-019
Estado	VIGENTE
Versión	2.0 – 19/06/2024
Fuente	GUENA – EMCALI EICE ESP- DISEÑO – CONTRUCCIÓN
Tipo de Documento	NORMA TECNICA DE SERVICIO
Tema	ACUEDUCTO - ALCANTARILLADO
Comité	TÉCNICO DE APROBACIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Título	CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL
---------------	--

ÍNDICE

	Pág.
1.0 PROLOGO	4
2.0 OBJETO	5
3.0 ALCANCE	5
4.0 DEFINICIONES	5
5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS	5
6.0 REQUISITOS	6
6.1 TIPOS DE ESTRUCTURAS	6
6.1.1 Estructuras Hidráulicas	6
6.1.2 Otras Estructuras	8
6.2 REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	8
6.2.1 Materiales	8
6.2.2 Espesor mínimo de muros y losas	8
6.2.3 Refuerzo Mínimo	9
6.2.4 Detallado, longitudes de desarrollo y empalme	9
6.2.5 Recubrimientos	9
6.2.6 Juntas	9
6.2.7 Combinaciones de carga	9
6.2.8 Patrones de carga	10
6.2.9 Análisis y chequeos de estabilidad	11
6.2.10 Diseño Estructural	12
6.3 REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE OTRAS ESTRUCTURAS	13
6.4 ASPECTOS COMPLEMENTARIOS PARA EL DISEÑO DE TANQUES	13
6.4.1 Conceptos Básicos de Diseño y Análisis	13
6.4.2 Esquemas Estructurales	14
6.5 MEMORIA DE CÁLCULOS	14
6.6 PLANOS ESTRUCTURALES	16
7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1.0 PROLOGO

La Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado - UENAA ha establecido el Área Funcional Sistema de Normas y Especificaciones Técnicas para gestionar el desarrollo y la actualización de las normas y especificaciones técnicas a ser utilizadas por el personal de EMCALI EICE ESP, contratistas, consultores, usuarios y otras partes interesadas. La misión principal del área, consiste en la normalización de los procesos, productos y servicios, para estar acorde con el estado del arte tecnológico y las exigencias gubernamentales, en beneficio de los diferentes sectores que participan en el desarrollo de la infraestructura del entorno y de la comunidad en general.

La versión final de esta Norma Técnica fue revisada y aprobada a través de los Comités Técnico y de Aprobación y ordenada su Publicación y Cumplimiento conforme a la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011.

2.0 OBJETO

Establece los parámetros y directrices de diseño estructural para el cálculo y dimensionamiento de estructuras hidráulicas y edificaciones.

Adicionalmente establece el contenido mínimo con el que se deben presentar las memorias de cálculo y los planos estructurales de estructuras hidráulicas y edificios.

3.0 ALCANCE

Esta norma aplica para la ejecución del diseño estructural de las obras nuevas y de la adecuación de estructuras construidas para o por EMCALI EICE ESP, al igual que para el diseño de estructuras hidráulicas y de estructuras tipo edificaciones.

4.0 DEFINICIONES

4.1. ESTRUCTURA HIDRÁULICA

Toda aquella que está en contacto directo con el agua; destinada a hacerle tratamiento a la misma (ya sea para potabilización o de aguas servidas); para mejoramiento del medio ambiente; o en relación directa con sistemas de acueducto y/o alcantarillado. Una clasificación detallada se presenta en el numeral 6.1.1 de la presente norma.

4.2. OTRAS ESTRUCTURAS

Este tipo de estructuras comprenden las obras civiles de las edificaciones que sirvan de soporte administrativo, de operación y/o mantenimiento y las que complementen las estructuras hidráulicas.

5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

Para las siguientes referencias normativas aplica su versión vigente o reglamentación que las modifique, sustituya o adicione.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.

- Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary. Detroit:ACI. (ACI 350/350R).
- Seismic design of liquid-containing concrete structures and commentary. Detroit: ACI. (ACI 350.3/350.3R)

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA.

- Norma Colombiana de Diseño de Puentes: AIS 200, 2014. (CCP-14)
- Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente. Bogotá: AIS, 2010. (NSR-10)

EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI – EMCALI EICE ESP

- Aspectos técnicos para diseño y construcción de subdrenajes. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-GE-004)
- Concretos y morteros. EMCALI EICE ESP (NCO-PM-AA-004)
- Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AA-017)
- Criterios generales para diseño de tanques. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AL-002)
- Juntas y sellos para juntas en estructuras de concreto. EMCALI EICE ESP (NCO-SE-AA-040)
- Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AA-016)
- Requerimientos para diseño y construcción de obras de protección de taludes. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-GE-002)
- Requisitos para la elaboración y presentación de estudios geotécnicos. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-GE-001)

6.0 REQUISITOS**6.1 TIPOS DE ESTRUCTURAS**

Para efectos de la presente norma, las estructuras se clasifican en hidráulicas y otras estructuras, de acuerdo con lo descrito a continuación:

6.1.1 Estructuras Hidráulicas**1. Estructuras de Tratamiento de Aguas:**

- Bocatomas
- Desarenadores
- Cámaras de rejillas
- Cámaras de mezcla rápida
- Tanques de floculación y sedimentación
- Tanque de cloración
- Estructuras para Filtros
- Galerías de tuberías de filtros
- Tanques de almacenamiento y de agua potable
- Estaciones de bombeo

- Almacenamiento de químicos
 - Edificio de oficinas y laboratorio dentro de instalaciones
 - Cabezales de entrega
2. Estructuras de Tratamiento de Aguas Residuales:
- Desarenadores
 - Tanques de sedimentación, aireación, retención de lodos, igualación
 - Digestores
 - Filtros percoladores
 - Cámaras de contacto con cloro
 - Estaciones de bombeo y sopladores
 - Retenedores de gas
 - Filtros de vacío y centrífugas
 - Estructuras disposición de lodos
 - Almacenamiento de equipos
 - Edificio de oficinas y laboratorio
 - Instalaciones de cribado
 - Cabezales de entrega
3. Canales
4. Cunetas y canaletas
5. Box-Culverts fundidos en sitio y prefabricados
6. Cajas de interconexión de redes
7. Cajas para accesorios en redes de acueducto (válvulas, pitómetros, bocas de acceso, ventosas, etc).
8. Estructuras de Separación
9. Estructuras Disipadoras
10. Cámaras de Inspección especiales para alcantarillado
11. Estructuras para viaductos
12. Estructuras de contención

6.1.2 Otras Estructuras

Este tipo de estructuras comprenden obras civiles, como edificaciones, puentes, postes de energía, anclajes, soportes de concreto para instalación de tubería en paso elevado, base, atraque y protección en concreto para redes, anclajes de tuberías y accesorios y todas aquellas estructuras no incluidas en el ítem de estructuras hidráulicas.

6.2 REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

Para el diseño de las estructuras hidráulicas se deben aplicar las siguientes normas:

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Ley 400 de 1997 y sus adendas modificatorias en especial el Capítulo C.23 – Tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto.

AIS 180 -13, (2013), Recomendaciones para requisitos sísmicos de estructuras diferentes a edificaciones, AIS 2013.

ACI – Committee 350, (2020), Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350R-20), American Concrete Institute, ACI, Detroit, MI., USA.

Así mismo para las estructuras hidráulicas tales como, Box-culverts (de diferentes secciones), cajas de interconexión de redes y cajas para accesorios en redes de acueducto (válvulas, pitómetros, ventosas y bocas de acceso entre otras) que en razón de su localización se encuentren sometidas a régimen de cargas vehiculares, las normas de diseño a aplicar serán el "CCP-14 Norma Colombiana de Diseño de Puentes" y en especial las secciones 3, 4 y 12 de dicha norma.

6.2.1 Materiales

6.2.1.1 Concreto

La calidad del concreto para las estructuras hidráulicas debe cumplir con los requisitos de la norma de EMCALI EICE ESP "NCO-PM-AA-004 Concretos y morteros" y los capítulos C.5 y C.23 de la NSR-10.

La resistencia de diseño a la compresión mínima para el concreto de estructuras hidráulicas debe ser de $f'_c = 28$ MPa (4000 psi) y cumplir con los requisitos especiales de durabilidad de la sección C.23-C.4 del capítulo C.23 del título C de la NSR-10.

6.2.1.2 Acero de refuerzo

El acero de refuerzo debe cumplir con lo definido en la sección C.3.5 del capítulo C.3 del título C de la NSR-10.

6.2.2 Espesor mínimo de muros y losas

El diseñador deberá obtener los espesores de los muros y losas producto de un análisis y diseño, los cuales deben cumplir con los espesores mínimos especificados de acuerdo con:

El espesor mínimo de muros debe cumplir con lo definido en el artículo C.23-C.14.5.3 y la sección C.23-C.14.6 del título C de la NSR-10 del capítulo C.23 del título C de la NSR-10.

El espesor mínimo de las losas debe cumplir con lo definido en el artículo C.23-C.15.14.3 del capítulo C.23 del título C de la NSR-10.

6.2.3 Refuerzo Mínimo

6.2.3.1 Refuerzo mínimo de elementos sometidos a flexión y por retracción y temperatura

El refuerzo mínimo para losas, muros y elementos complementarios serán los definidos en la tabla C.23-C.7.12.2.1 de la sección C.23-C.7.12 del capítulo C.23 del título C de la NSR-10, excepto para las estructuras hidráulicas sujetas a régimen de cargas vehicular, para las cuales el refuerzo mínimo a flexión será el definido y aplicable en la CCP-14. En casos en los que la estructura en estudio requiera tener en cuenta las especificaciones de refuerzo mínimo del capítulo C.23 de la NSR-10 y también los definidos en la CCP-14, se deberá aplicar a criterio del ingeniero diseñador, el requerimiento de acero mínimo que este del lado conservador del diseño.

6.2.4 Detallado, longitudes de desarrollo y empalme

El detallado del refuerzo de las estructuras hidráulicas deben definirse en los planos estructurales teniendo en cuenta, el proceso constructivo con el que se realizará cada estructura y el correcto empalme y unión del acero en las uniones entre elementos que componen la estructura. Se sugiere tener como referencia los detallados sugeridos en el manual MNL-66(20) Detalling Manual, 2020, ACI o en el Manual for detalling reinforced concrete structures to EC2, 2012, José Calavera.

En cuanto a las longitudes de desarrollo y empalme de refuerzo, se deben definir de acuerdo con los capítulos C7 y C12 de la NSR-10, excepto para estructuras sometidas a régimen vehicular, las cuales se regirán por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes: AIS 200, 2014. (CCP-14)

6.2.5 Recubrimientos

Los recubrimientos mínimos para protección del refuerzo, se deben basar en lo definidos en la tabla C.23-C.7.7.1 del artículo C.23 – C.7.7 de la NSR-10.

6.2.6 Juntas

Las especificaciones para juntas en estructuras de concreto, deben basarse en la norma de EMCALI EICE ESP "NCO-SE-AA-040 Juntas y sellos para juntas en estructuras de concreto", y complementarse con lo especificado en las secciones C.23-C.4.10, C.23-C.6.4 y C.23-C.6, del capítulo C.23 del título C de la NSR-10.

6.2.7 Combinaciones de carga

6.2.7.1 Combinaciones de carga para condiciones de servicio

Para la revisión y verificación de estados límites de servicio en estructuras hidráulicas, se deben considerar las combinaciones básicas definidas en la sección B.2.3.1 del capítulo B.2 del título B de la NSR-10, teniendo en cuenta las posibles modificaciones que pueda tener dicho artículo en las adendas generadas por comisión asesora permanente de la Asociación Colombiana de Ingeniera sísmica-AIS.

6.2.7.2 Combinaciones de carga mayoradas para análisis y diseño usando el método de resistencia

Para el análisis y diseño de las estructuras hidráulicas, se deben considerar las combinaciones básicas definidas en la sección B.2.4.2 del capítulo B.2 del título B de la NSR-10, teniendo en cuenta las posibles modificaciones que pueda tener dicho artículo en las adendas generadas por comisión asesora permanente de la Asociación Colombiana de Ingeniera sísmica-AIS.

6.2.8 Patrones de carga

6.2.8.1 Cargas muertas

Las cargas muertas se deben evaluar de acuerdo con el capítulo B.3 del título B de la NSR-10 y deben atenderse los siguientes aspectos:

- Se debe investigar e incluir la carga de los equipos de todos los equipos fijos, con base en sus fichas técnicas. En el evento donde las máquinas puedan desarmarse en el mismo sitio, la carga de diseño para el piso adyacente a la localización de la máquina será evaluada por el diseñador y consignada en las memorias de cálculo y planos.
- En cuartos de control eléctrico se debe estimar el área de la fundación y el peso del equipo.

6.2.8.2 Cargas vivas

Las cargas vivas se deben evaluar de acuerdo con el capítulo B.4 del título B de la NSR-10, en el evento de que el diseñador utilice valores diferentes, debe justificarlos y consignarlos en los planos estructurales, adicional deben atenderse los siguientes aspectos:

- Para pasarelas, escaleras y pisos de oficinas y laboratorios se debe utilizar una carga viva mínima de 500 kg/m².
- Para cubiertas de tanques, se debe utilizar una carga viva mínima de diseño de 500 kg/m².
- En edificaciones para almacenamiento de químicos se debe estudiar la distribución en planta y altura razonable de almacenamiento para obtener las cargas actuantes de acuerdo con las densidades de los materiales que se van a almacenar. Estos datos deben consignarse en las memorias de cálculo y en los planos.
- Debe considerarse la hipótesis de carga hidrostática máxima antes de construir los rellenos, para tener en cuenta la prueba de estanqueidad (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Densidades según tipo de material

Descripción	Densidad (kg/m ³)
Agua potable	1000
Aguas residuales sin tratar	1010
Arena removida de desarenadores	1760
Lodo digerido aeróbicamente	1040
Lodo digerido anaeróbicamente	1120
Lodos espesado o desaguado dependiendo del contenido de humedad	960 a 1360

- Para las tapas y placas de los sumideros localizados en andén se deberá utilizar una carga viva de 1000 kg/m².
- Para tapas localizadas en andén se deberá utilizar una carga viva de 1000 kg/m² cuando las tapas cuenten con un área menor de 1 m² se tomará una carga mínima de 1000 kg por elemento.
- Para estructuras sometidas a régimen de carga vehicular se deben utilizar las cargas vivas y factores de amplificación, aplicables de acuerdo al tipo de estructura, especificadas en el artículo 3.6 la sección 3 de la CCP-14.
- La distribución de cargas vehiculares debe realizarse de acuerdo con las especificaciones de la CCP-14. Para Box Culverts y cámaras especiales ubicadas en vía, la aplicación y distribución de las cargas vivas vehiculares se deben realizar de acuerdo con lo especificado en el artículo 12.11.2 de la sección 12 de la CCP-14.

- Para las estructuras cercanas a las vías se debe tomar una sobrecarga por carga viva equivalente a 1050 Kg/m^2 , correspondiente a la carga de carril de diseño definida en el artículo 3.6.1.2.4 de la sección 3 de la CCP-14
- Para las cargas de las cámaras de inspección utilizadas en zonas verdes, la carga viva mínima debe ser de 500 kg/m^2 .
- En cuartos de control eléctrico se debe estimar el área de fundación y el peso del equipo. El peso de cualquier unidad debe ser asumido como el que está aplicado en cualquier parte del área de control. Una carga asumida de 1200 kg/m^2 , es en la mayoría de los casos suficiente para cubrir la carga normal”.

6.2.8.3 Factor de impacto

Para los equipos se deberá emplear el mayor valor entre los factores presentados en la sección B.4.4 del capítulo B.4 del título B de la NSR-10 y los de las fichas técnicas del equipo.

6.2.8.4 Empuje de tierras

Los parámetros para el cálculo de los empujes de tierra estáticos y dinámicos, deben ser evaluados y definidos por el ingeniero geotecnista y deben presentarse en el estudio geotécnico de acuerdo con los requerimientos del Título H – “Estudios Geotécnicos”, y la Norma de EMCALI EICE ESP “NDC-SE-GE-001 Requisitos para la elaboración y presentación de estudios geotécnicos”.

Para la inclusión o no de los efectos del empuje de tierras en el análisis estructural, se deben seguir los criterios del artículo B.2.4.2.6 (modificado en la adenda 1 del decreto 092 del 17 de enero de 2011).

6.2.8.5 Vibraciones

En análisis estructural se deben tener en cuenta las frecuencias de vibración de los equipos, verificando que estos no generen efectos de resonancia o vibraciones excesivas en la estructura, este análisis debe ir acompañado del diseño de las bases o soportes para los equipos que generan dichos efectos dinámicos en la estructura.

6.2.8.6 Sismo

Para las estructuras hidráulicas se debe realizar la evaluación de las cargas hidrodinámicas producto de efectos sísmicos de acuerdo con especificado en el capítulo 7 del documento AIS 180-13, el ingeniero diseñador de acuerdo a su criterio debe definir las cargas y análisis que apliquen de acuerdo al tipo de líquido contenido y al tipo de estructura que este diseñando.

En estructuras parcial o totalmente enterradas, el ingeniero diseñador también deberá tener en cuenta las fuerzas dinámicas producidas por la masa de suelo, empleando las recomendaciones del estudio de suelos para tal fin.

6.2.9 Análisis y chequeos de estabilidad

Para las estructuras hidráulicas se deben realizar los chequeos de estabilidad para condiciones de servicio, se deben revisar como mínimo las siguientes condiciones de estabilidad:

- Volcamiento, para condiciones estáticas y seudo estáticas
- Deslizamiento, para condiciones estáticas y seudo estáticas.
- Capacidad portante del terreno, para condiciones estáticas y seudo estáticas.

- Flotación, para condición vacía de la estructura

Para las condiciones de estabilidad mencionadas anteriormente se deben garantizar los factores de seguridad mínimos que se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Factores de seguridad mínimos para chequeos de estabilidad

FACTORES DE SEGURIDAD MINIMOS		
Condición	Condición Estática	Condición Seudo estático
Deslizamiento	1.6	1.05
Volcamiento	3	2
Capacidad Portante	Define el estudio de suelos	
Flotabilidad sin sistema de disipación	1.5	1.5
Flotabilidad con sistema de disipación	1.2	1.2

Los análisis y chequeos de estabilidad, se deben realizar para las solicitaciones obtenidas a partir de las combinaciones de carga definidas en la sección 6.2.7.1 de esta norma.

Los factores de seguridad al deslizamiento y al volcamiento se evaluarán para los sistemas estructurales a los cuales sea aplicable su revisión.

Para el análisis de estabilidad de flotación de las estructuras debido a las presiones por nivel freático, por fugas de agua o posibles flujos de agua, se debe considerar la estructura vacía, las cargas que compensen la flotación deben ser posibles cargas muertas permanentes

La estabilidad externa de los muros de contención debe evaluarse de acuerdo con los requisitos de la norma de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-GE-002 Requerimientos para diseño y construcción de obras de protección de taludes".

6.2.10 Diseño Estructural

El diseño se llevará a cabo utilizando el Método de resistencia última. Las solicitaciones usadas en el diseño de todos los elementos de la estructura serán los producidos por las cargas mayoradas definidas en las combinaciones de carga de la sección 6.2.7.2 de esta norma.

La resistencia de diseños de todos los elementos de la estructura debe realizarse de acuerdo a las especificaciones del capítulo C.8, C.9 y C.23.9.2 del título C de la NSR-10.

Adicionalmente se deben tener en cuenta las especificaciones de diseño de las secciones C.23-C.10.5, C.23-C.10.6, C.23-C.11.1, C.23-C.14, C.23-C.15.14 y C.23-C.21 del capítulo C.23 del título C de la NSR-10.

El diseñador estructural debe considerar las siguientes condiciones específicas en el diseño de las estructuras hidráulicas:

1. Condiciones de análisis y diseño, producto del proceso constructivo

El diseñador debe evaluar los posibles sobreesfuerzos que se puedan llegar a generar en razón del proceso constructivo y considerarlos dentro de sus combinaciones de carga. Consideraciones que también deben quedar especificadas en las memorias de cálculo y planos estructurales.

2. Prueba de estanqueidad

$$1.40 (D) + 1.4 (H)$$

Para el caso en que la estructura este sometida a cargas vehiculares deben revisarse las combinaciones definidas en la sección 3 de la CCP-14. por el "CCDSP-95 Código colombiano de diseño sísmico de puentes"

6.2.10.1 Control de Agrietamiento

EL control de agrietamiento para elementos sometidos a tracción por flexión en estructuras hidráulicas, se debe verificar de acuerdo con las especificaciones de las secciones C.23-10.6.4 y C.23-10.6.5 del capítulo C.23 del título C de la NSR-10.

6.3 REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE OTRAS ESTRUCTURAS

El diseño estructural de las estructuras tipo edificaciones, tipo puentes, estructuras metálicas y todas aquellas "otras estructuras" definidas como tal en la presente norma debe realizarse de acuerdo con los requisitos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente - NSR-10, y el "CCP-14 Norma Colombiana de Diseño de Puentes".

Adicionalmente el diseñador debe tener en cuenta las siguientes normas de EMCALI EICE ESP:

- "NCO-PM-AA-004 Concretos y morteros"
- "NCO-SE-AA-040 Juntas y sellos para juntas en estructuras de concreto"
- "NDC-SE-GE-002 Requerimientos para diseño y construcción de obras de protección de taludes"

6.4 ASPECTOS COMPLEMENTARIOS PARA EL DISEÑO DE TANQUES

En este numeral se complementan los aspectos mencionados anteriormente en lo referente al diseño estructural de tanques. Para aspectos propios del diseño de estas estructuras debe consultarse la Norma de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AL-002 Criterios generales para diseño de tanques".

6.4.1 Conceptos Básicos de Diseño y Análisis

Los métodos de diseño de los tanques se deben basar en la obtención de la resistencia adecuada de la estructura, sin embargo, debe realizarse una verificación de esfuerzos de servicio y debe considerarse la condición de carga derivada de desagües obstruidos y tanque rebosado. Adicionalmente se debe controlar el agrietamiento y fisuración para impedir el flujo de los líquidos entre el interior del tanque y su exterior.

Las fuerzas de diseño para tanques de agua potable deben determinarse a partir de:

- Profundidad y peso específico de los líquidos y/o sólidos contenidos y equipos que se instalen
- Los empujes de suelo
- Las cargas vivas sobre sus tapas o cubiertas
- Las cargas dinámicas que se producen durante el sismo
- Los efectos de impacto y vibración producidos por los equipos instalados

6.4.2 Esquemas Estructurales

El cálculo de los esfuerzos en cada uno de los elementos constitutivos de la estructura del tanque debe realizarse para los estados límites de resistencia y funcionamiento.

Los máximos esfuerzos deben determinarse de acuerdo con las hipótesis de cargas principales más desfavorables que, para el caso de las paredes de los tanques enterrados o semienterrados, deben ser las hipótesis fundamentales del tanque lleno y vacío.

6.5 MEMORIA DE CÁLCULOS

El diseñador debe presentar las memorias de cálculo para estructuras hidráulicas y estructuras tipo edificios consistentes con los requisitos de contenido mínimo definidos en la sección A.1.5.3 de capítulo A.1 del título A de la NSR-10

Para estructuras tipo puentes debe seguir los lineamientos que defina CCP-14 Norma Colombiana de Diseño de Puentes y demás normas citadas conjuntamente con el proyecto hidráulico y/o sanitario.

En general la memoria de cálculos para estructuras hidráulicas debe incluir, como mínimo los ítems definidos en la tabla 3, pero pueden variar de acuerdo con la complejidad del proyecto y el tipo de material estructural utilizado.

Tabla 3. Contenido mínimo para memorias de cálculo de estructuras hidráulicas

1	PRESENTACION
1.1	Nombre del proyecto, fecha de elaboración y numero de versión
1.2	Carta de responsabilidad de los diseños con firma y numero matricula profesional
1.3	Documento con tabla de contenido y numeración de paginas
2	INFORMACION GENERAL
2.1	Descripción del proyecto
2.2	Parámetros de análisis y diseño
2.3	Metodología de diseño
2.4	Sistema estructural
2.5	Especificaciones sísmicas y geotécnicas
2.6	Normas de diseño empleadas
2.7	Especificaciones de Materiales
3	AVALUO DE CARGAS
3.1	Avaluó de carga muertas, vivas, etc y demás cargas que apliquen a la estructura en estudio
3.2	Asignación de cargas en el modelo estructural
4	COMBINACIONES DE CARGA
4.1	Especificación de las combinaciones de carga de diseño por servicio
4.2	Especificación de las combinaciones de carga de diseño por resistencia
5	ANALISIS Y CHEQUEOS DE ESTABILIDAD
5.1	Análisis sísmico
5.2	Chequeos de volcamiento, deslizamiento, flotabilidad etc
6	DISEÑO ELEMENTOS ESTRUCTURALES
6.1	Diseño de vigas
6.2	Diseño de columnas
6.3	Diseño de muros estructurales

6.4	Diseño de muros de contención
6.5	Diseño de vigas, losas etc
6.6	Chequeo condiciones de servicio en vigas, muros y/o losas
6.7	Chequeo estados límites de servicio cimentación
6.8	Diseño estructura de cimentación
6.9	Diseño elementos no estructurales
7	RECOMENDACIONES TECNICAS Y ANEXOS
7.1	Recomendaciones para el proceso constructivo
7.2	Anexo con el reporte general con los datos de salida del modelo estructural

En general la memoria de cálculos para estructuras tipo edificios o puentes debe incluir, como mínimo los ítems definidos en la tabla 4, pero pueden variar de acuerdo con la complejidad del proyecto y el tipo de material estructural utilizado.

Tabla 4. Contenido mínimo para memorias de cálculo de estructuras tipo edificio o puentes

1	PRESENTACION
1.1	Nombre del proyecto, fecha de elaboración y numero de versión
1.2	Carta de responsabilidad de los diseños con firma y numero matricula profesional
1.3	Documento con tabla de contenido y numeración de paginas
2	INFORMACION GENERAL
2.1	Descripción del proyecto
2.2	Parámetros de análisis y diseño
2.3	Metodología de diseño
2.4	Sistema estructural
2.5	Especificaciones sísmicas y geotécnicas
2.6	Normas de diseño empleadas
2.7	Especificaciones de Materiales
3	AVALUO DE CARGAS
3.1	Avaluó de carga muerta, viva y demás cargas que apliquen a la estructura en estudio
3.2	Asignación de cargas en el modelo estructural
4	COMBINACIONES DE CARGA
4.1	Especificación de las combinaciones de carga de diseño por servicio
4.2	Especificación de las combinaciones de carga de diseño por resistencia
5	VERIFICACION CONFIGURACION ESTRUCTURAL
5.1	Chequeos configuración en planta
5.2	Chequeos configuración en altura
5.3	Chequeo ausencia de redundancia
6	ANALISIS SISMICO
6.1	Ajuste cortante basal
6.2	Verificación participación de masas análisis modal
6.3	Chequeo de resonancia de acuerdo con decreto 411.0.20.0158 de 2014 MCZSC
7	CHEQUEO DE DERIVAS Y/O DESPLAZAMIENTOS
7.1	Cuadros o graficas con el cálculo de las derivas
8	DISEÑO ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES
8.1	Diseño de vigas

8.2	Diseño de columnas
8.3	Diseño de muros estructurales
8.4	Diseño de muros de contención
8.5	Diseño de vigas, losas de entrepiso o cubierta
8.6	Chequeo condiciones de servicio en vigas y losas
8.7	Chequeo estados límites de servicio cimentación
8.8	Diseño estructura de cimentación
8.9	Diseño elementos no estructurales
9	RECOMENDACIONES TECNICAS Y ANEXOS
9.1	Recomendaciones para el proceso constructivo
9.2	Anexo con el reporte general con los datos de salida del modelo estructural

6.6 PLANOS ESTRUCTURALES

El diseñador debe presentar los planos estructurales para estructuras hidráulicas y estructuras tipo edificios consistentes con los requisitos de contenido mínimo definidos en la sección A.1.5.2 de capítulo A.1 del título A de la NSR-10 y los requisitos adicionales definidos en la sección C.23-C.1.2 del capítulo C.23 del título C de la NSR-10

Para estructuras tipo puentes debe seguir los lineamientos que defina CCP-14 Norma Colombiana de Diseño de Puentes y demás normas citadas conjuntamente con el proyecto hidráulico y/o sanitario.

Adicional a los requerimientos mínimos definidos por la norma citada en el primer párrafo de esta sección. Los planos deben contener la localización de los elementos estructurales, sus dimensiones, refuerzo a una escala adecuada, y detalles suficientes para la correcta construcción. Así mismo, pueden hacer referencia a dimensiones indicadas en los planos hidráulicos y/o sanitarios cuando sea apropiado. Los alzados y cortes deben realizarse con escala, cantidad y alcance apropiados para indicar la interdependencia y conexiones entre los diferentes elementos. Debe tenerse especial cuidado en asegurarse que aquellos detalles incluidos y calificados como típicos sean aplicables a las condiciones del proyecto

Debe incluirse en los planos el cuadro de cantidades de obra de la estructura, el cual incluirá la cartilla de hierros, en la cual se debe indicar la marca, ubicación, forma, diámetro, longitud, cantidad y peso de cada uno de los distintos tipos de refuerzo, los volúmenes de concretos a utilizar, las longitudes de los diferentes tipos de juntas empleados y demás cantidades de materiales que hagan parte de la estructura.

Los planos también deben incluir notas aclaratorias particulares que el constructor debe tener en cuenta para las actividades de obra, en cada plano se debe indicar una serie de notas generales indicativas de las especificaciones de materiales, recubrimiento, presiones, sobre el terreno, recomendaciones del estudio geotécnico, etc.

En general los planos estructurales para estructuras hidráulicas deben incluir como mínimo los ítems especificados en la tabla 5, pero pueden variar de acuerdo con la complejidad del proyecto y el tipo de material estructural utilizado.

Tabla 5. Contenido mínimo de planos estructurales para estructuras hidráulicas

1	PLANTAS, DESPIECES Y DETALLES
1.1	Planos presentados con rotulo en formato de EMCALI
1.2	Planos firmados por el diseñador estructural
1.3	Planos estructura de cimentación firmados por el Ingeniero de suelos

1.4	Cuadros de especificaciones, cargas, parámetros sísmicos, geotécnicos etc.
1.5	Plantas con implantación estructural coordinadas con el diseño hidráulico
1.6	Plantas estructurales de cimentación, cubiertas, losas, muros etc.
1.7	Secciones, cortes y alzadas, con niveles y cotas coordinadas con el diseño hidráulico
1.8	Secciones indicando nivel de diseño del líquido.
1.9	Plantas y secciones indicando ubicación y distribución de juntas
1.10	Despieces, detallado y figurado de acero de todos los elementos estructurales
1.11	Detalles estructurales específicos de uniones entre elementos de concreto
1.12	Detalles estructurales específicos de bases y apoyos de equipos
1.13	Detalles estructurales específicos de conexiones, pases, juntas, tapas, accesos etc.
1.14	Cuadros con resumen de cantidades de acero, volúmenes de concreto, juntas etc.

En general los planos estructurales para estructuras tipo edificio o puentes deben incluir como mínimo los ítems especificados en la tabla 6, pero pueden variar de acuerdo con la complejidad del proyecto y el tipo de material estructural utilizado.

Tabla 6. Contenido mínimo de planos estructurales para estructuras tipo edificios o puentes

1	PLANTAS, DESPIECES Y DETALLES
1.1	Planos presentados con rotulo en formato de EMCALI
1.2	Planos firmados por el diseñador estructural
1.3	Planos estructura de cimentación firmados por el Ingeniero de suelos
1.4	Cuadros de especificaciones, cargas, parámetros sísmicos, geotécnicos etc.
1.5	Plantas de cimentación con detalles estructurales
1.6	Despieces y detalles elementos de cimentación
1.7	Despieces de columnas
1.8	Plantas de losas de entrepiso y cubierta con detalles estructurales
1.9	Despieces y detalles elementos losas de entrepiso o cubierta
1.10	Alzadas y cortes estructurales incluyendo detalles estructurales específicos
1.11	Plantas, secciones y detalles elementos no estructurales

7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.

Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.

Manual de Diseño Geosintético, Departamento de Ingeniería PAVCO, VII Edición Octubre de 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.

Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) ,2006.