

**PRACTICA EMPRESARIAL:
ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS SUMIDROS-TIPO PARA EL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA,
FLORIDABLANCA Y GIRÓN, EN USO, PARA SU ACTUALIZACIÓN SEGÚN LA
NORMA NSR-10.**

YULY LUCERO GARZÓN RUÍZ



Universidad Industrial de Santander

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2014

**PRACTICA EMPRESARIAL:
ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS SUMIDEROS-TIPO PARA EL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA,
FLORIDABLANCA Y GIRÓN, EN USO, PARA SU ACTUALIZACIÓN SEGÚN LA
NORMA NSR-10.**

YULY LUCERO GARZÓN RUÍZ

*Trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial en EMPAS. S.A. para
optar por el título de Ingeniera Civil*

DIRECTOR

MARIO GARCIA SOLANO
Ingeniero civil, M.Sc – Profesor UIS

TUTOR

GLADYS EUGENIA RUEDA JAIMES
Ingeniera Civil

Universidad Industrial de Santander
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2014

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos que estuvieron presentes en este bonito proceso de pregrado, brindándome su apoyo y compañía.

A la empresa EMPAS S.A. en especial al Ingeniero LUDWING URIBE GARCÍA, por darme la oportunidad de realizar la práctica empresarial en la Coordinación de Expansión de Infraestructura y a la Ingeniera GLADYS EUGENIA RUEDA JAIMES, por compartir sus conocimientos y experiencias durante estos cuatro meses.

Al Ingeniero GERMAN AUGUSTO MARTINEZ GOMEZ, un sincero agradecimiento por la ayuda y conocimientos aportados

Y al ingeniero MARIO GARCIA SOLANO, director de proyecto, por su disposición y orientaciones en la realización del proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
1. GENERALIDADES	14
1.1.Generalidades de la empresa	14
1.1.1. Organigrama de la empresa	15
1.2.Participación como auxiliar de ingeniería.....	15
1.3. Construcción del alcantarillado sanitario en la calle 71 con carrera 50 en Los Guayacanes – Municipio de Floridablanca	15
1.3.1. Parámetros de diseño	16
1.3.1.1. Consumo.....	16
1.3.1.2. Coeficiente de retorno.....	16
1.3.1.3. Aportes residencial, industrial, comercial e institucional	16
1.3.1.3.1. AD: Aportes domésticos.....	17
1.3.1.3.2. AC: Aportes comerciales.....	17
1.3.1.3.3. AI: Aportes industriales	17
1.3.1.3.4. AIT: Aportes institucionales.....	17
1.3.1.3.5. Aportes de agua por infiltración	17
1.3.1.3.6. Aportes normales de agua por conexiones erradas.....	18
1.3.1.4. Fuerza de arrastre tractiva (ft).....	18
1.3.1.5. Velocidades limite	18
1.3.1.6. Numero de Froude (fr)	19
1.3.2. Diseño hidráulico	19
2. APORTE POR PARTE DEL PRACTICANTE	20

2.1. Marco teórico sumideros	20
2.1.1. Definición	20
2.1.2. Clasificación.....	20
2.1.2.1. Sumideros laterales “SL”.....	20
2.1.2.2. Sumideros transversales “ST”	20
2.2. Análisis y diseño de los sumideros tipo	20
2.2.1. Descripción de los elementos que componen las estructuras	20
2.2.2. Evaluación de cargas.....	21
2.2.2.1. Combinaciones de carga	22
2.2.3. Verificación por cortante	22
3. CONCLUSIONES	25
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	25
BIBLIOGRAFIA	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Organigrama de EMPAS S.A.</i>	15
Figura 2. <i>Localización del desarrollo Los Guayacanes.</i>	15
Figura 3. <i>Área bruta de estudio Barrio Los Guayacanes.</i>	16
Figura 4. <i>Vista 3D del modelo de elementos finitos desarrollado para un sumidero lateral.</i>	21
Figura 5. <i>Panorámicas del modelo de elementos finitos desarrollado para un sumidero lateral.</i>	21
Figura 6. <i>Vista 3D del modelo de elementos finitos desarrollado para un sumidero transversal.</i>	21
Figura 7. <i>Panorámicas del modelo de elementos finitos desarrollado para un sumidero transversal.</i>	21
Figura 8. <i>Carga viva aplicada al modelo del sumidero longitudinal.</i>	21
Figura 9. <i>Carga viva aplicada al modelo del sumidero transversal.</i>	22
Figura 10. <i>Empuje de tierra aplicado al modelo del sumidero longitudinal (en Ton/m²)</i>	22
Figura 11. <i>Empuje de tierra aplicada al modelo del sumidero transversal (en Ton/m²).</i>	22
Figura 12. <i>Cortante V13-Máx del sumidero longitudinal (en Ton).</i>	23
Figura 13. <i>Cortante V13-Mín del sumidero longitudinal (en Ton).</i>	23
Figura 14. <i>Cortante V23-Máx del sumidero longitudinal (en Ton).</i>	23
Figura 15. <i>Cortante V23-Mín del sumidero longitudinal (en Ton).</i>	23
Figura 16. <i>Cortante V13-Máx del sumidero transversal (en Ton).</i>	23
Figura 17. <i>Cortante V13-Mín del sumidero transversal (en Ton).</i>	23
Figura 18. <i>Cortante V23-Máx del sumidero transversal (en Ton).</i>	24
Figura 19. <i>Cortante V23-Mín del sumidero transversal (en Ton).</i>	24
Figura 20. <i>Área Ast1 sumidero lateral (en m²/m*E-3).</i>	24
Figura 21. <i>Área Ast2 sumidero lateral (en m²/m*E-3).</i>	24

Figura 22. Área Ast1 sumidero transversal (en m^2/m^3).....24

Figura 23. Área Ast2 sumidero transversal (en m^2/m^3).....24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Consumo por habitante Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.</i>	16
Tabla 2. <i>Aporte por infiltración.</i>	18
Tabla 3. <i>Aportes por conexiones erradas.</i>	18
Tabla 4. <i>Distribución de viviendas y caudales de aporte de aguas residuales domésticas.</i>	18
Tabla 5. <i>Fuerza tractiva mínima.</i>	18
Tabla 6. <i>Velocidades límite de diseño</i>	19
Tabla 7. <i>Parámetros de diseño.</i>	19
Tabla 8. <i>Condiciones hidráulicas proyectadas.</i>	19

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. PLANOS TIPO ORIGINALES	27
ANEXO B. PLANOS TIPO FINALES ACTUALIZADOS POR PARTE DEL PRACTICANTE EN BASE A LA NSR-10.....	30

RESUMEN

TÍTULO: PRACTICA EMPRESARIAL: ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS SUMIDEROS-TIPO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA, FLORIDABLANCA Y GIRÓN, EN USO, PARA SU ACTUALIZACIÓN SEGÚN LA NORMA NSR-10.¹

AUTOR: YULY LUCERO GARZÓN RUÍZ²

PALABRAS CLAVES: Planos tipo, Sumidero lateral, Sumidero transversal, EMPAS y NSR-10.

DESCRIPCIÓN:

La Empresa Pública de Alcantarillado de Santander -EMPAS. S.A. E.S.P-, se basa en algunos documentos desactualizados como lo son los planos tipo de los sumideros laterales y transversales. Teniendo en cuenta que los sumideros son las estructuras complementarias más importantes después de los pozos de inspección para un alcantarillado pluvial o combinado, y además que el Área Metropolitana de Bucaramanga se encuentra ubicada en una zona de alto riesgo sísmico, la empresa a través de la Coordinación de Expansión de Infraestructura tiene la necesidad de optimizar la construcción de dicha estructura. Por lo anterior, se busca su actualización desde el punto de vista de las normas estructurales actuales, y el ajuste de los planos tipo de sumideros laterales y transversales en caso de requerirse, con la certeza del cumpliendo con la versión actual del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

En este documento se describe las actividades desarrolladas como auxiliar de ingeniería en la Coordinación de Expansión de Infraestructura, entre otros, el proyecto denominado “construcción del alcantarillado sanitario en la calle 71 con carrera 50 en Los Guayacanes – Municipio De Floridablanca”, y el proceso de análisis de los sumideros tipo para llegar a la actualización sugerida por parte del estudiante.

¹ Proyecto de grado. Modalidad de Práctica Empresarial.

² Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director Mario Garcia Solano. Tutor Gladys Eugenia Rueda Jaimes.

SUMMARY

TÍTULO: PRACTICA EMPRESARIAL: ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS SUMIDEROS-TIPO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA, FLORIDABLANCA Y GIRÓN, EN USO, PARA SU ACTUALIZACIÓN SEGÚN LA NORMA NSR-10.

AUTHOR: YULY LUCERO GARZÓN RUÍZ**

KEYWORDS: Base plans, Side drain, Cross drain, EMPAS and NSR-10.

DESCRIPTION:

The Public Sewerage Company of Santander -EMPAS S.A. E.S.P-, is based on some outdated documents such as plans data base of side and cross drains. Considering that the drains are the most important complementary structures after the manholes for rainy sewer or combined, and also the Metropolitan Area of Bucaramanga is located in an area of high seismic risk, the company through the Coordination of Infrastructure Expansion has the need to optimize the construction of the structure. Therefore, seeks to your update from the standpoint of current structural standards, and the adjustment of plans data base of side and cross drains if required, with the certainty of fulfilling in the current version of the Colombian Earthquake Resistant Building Regulations NSR-10.

The activities developed as engineering auxiliary in the Coordination of Infrastructure Expansion are described In this document, among others, the project called. "Construction of the sanitary sewerage in the street 71 with Carrera 50 in Los Guayacanes - Municipality Of Floridablanca", and process of analysis of the data base of drains to reach the update suggested by the student.³

* Proyecto de grado. Modalidad de Práctica Empresarial.

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director Mario Garcia Solano. Tutor Gladys Eugenia Rueda Jaimes.

**PRACTICA EMPRESARIAL:
ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS SUMIDEROS-TIPO PARA EL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO EN LOS MUNICIPIOS DE BUCARAMANGA, FLORIDABLANCA Y
GIRÓN, EN USO, PARA SU ACTUALIZACIÓN SEGÚN LA NORMA NSR-10.**

INTRODUCCIÓN

El sistema de alcantarillado de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, está a cargo de la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander EMPAS. S.A. E.S.P; bajo un sistema de tuberías y estructuras complementarias son recogidas las aguas negras producto de la actividad humana, y las aguas lluvias provenientes de precipitaciones pluviométricas, para ser transportadas y depositadas en los drenajes de la ciudad (drenaje de Río Frío, de Oro, la Meseta y el Norte) los cuales finalmente depositan sus aguas en la planta de tratamiento de aguas residuales de Río Frío - PTAR. Además de esto, la EMPAS trabaja en el diseño, mantenimiento y reposición de redes de alcantarillado.

A lo largo de la práctica se apoyó en las labores relacionadas con el desarrollo de los proyectos a cargo de la coordinación de expansión de infraestructura, entre otras, revisión y radicación de las correspondientes memorias y planos de diseño realizados en la empresa o aquellos externos asignados por el coordinador de dicha coordinación.

1. GENERALIDADES

1.1. Generalidades de la empresa⁴

La Empresa Pública de Alcantarillado de Santander -EMPAS. S.A. E.S.P.- se constituyó mediante escritura pública No. 2.803 el día 19 de Octubre de 2006, en cumplimiento a la providencia ACU-2781 del Honorable Consejo de Estado, Sección Quinta, en la que se ordenó a la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, el desarrollo de unos trámites internos para la Constitución de una Empresa de Servicios Públicos que preste el servicio de alcantarillado en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

Actualmente la empresa se encuentra bajo la dirección del Ingeniero Civil Raúl Eduardo Cardozo Navas y está certificada por la norma técnica de calidad NTCGP 1000-2009 y la ISO 9000-2008, por ser una institución que trabaja dedicadamente por los usuarios de los tres municipios y por la mejora continua del servicio de alcantarillado.

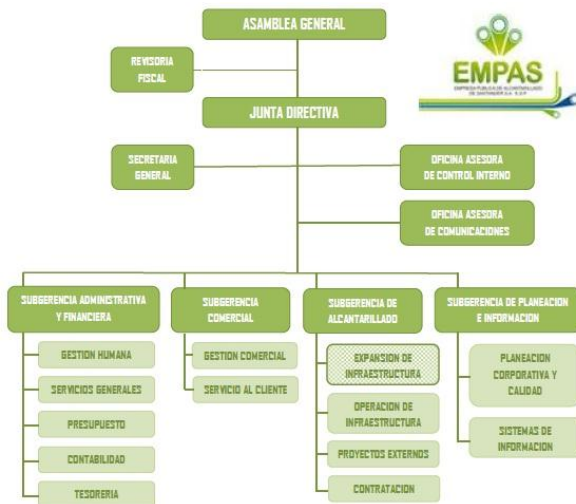
⁴ Tomado de la página web de la empresa www.empas.gov.co

1.1.1. Organigrama de la empresa

EMPAS S.A. E.S.P. se encuentra constituida por la Asamblea General, Junta Directiva, Secretaria General, Oficina Asesora de Control Interno y Comunicaciones, y las diferentes Subgerencias (Ver Figura. 1).

En la Subgerencia de Alcantarillado se coordina el mantenimiento y reposición de redes de alcantarillado sanitario y pluvial existente, y la construcción e interventoría de nuevas redes, estructuras complementarias y de control de cauce; además de la revisión y aprobación de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de nuevas urbanizaciones o conjuntos residenciales.

Figura 1. Organigrama de EMPAS S.A.



Fuente: EMPAS S.A. E.S.P.

1.2. Participación como auxiliar de ingeniería

La Coordinación de Expansión de Infraestructura es una de las dependencias de la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander -EMPAS S.A.- en la cual se trabaja en el diseño de nuevas redes de alcantarillado, así como en la actualización de

redes que han cumplido con su vida útil o la capacidad hidráulica de estas no es suficiente para suplir las necesidades de la comunidad.

A lo largo de la práctica se apoyó en las labores relacionadas con el desarrollo de los proyectos a cargo de dicha coordinación.

Por medio de la Ingeniera Gladys Eugenia Rueda, tutora asignada por el coordinador de Expansión de Infraestructura, se encargó al practicante el diseño del proyecto “CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA CALLE 71 CON CARRERA 50 EN LOS GUAYACANES – MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA” el cual fue finalizado por la ingeniera Erika Celis.

1.3. Construcción del alcantarillado sanitario en la calle 71 con carrera 50 en Los Guayacanes – Municipio de Floridablanca

Este diseño se elaboró a fin de dar posibilidad de conexión al sistema de alcantarillado sanitario del barrio Lagos del Cacique de la ciudad de Bucaramanga, a un grupo de viviendas que hacen parte del desarrollo Los Guayacanes localizado en el talud del costado norte del barrio Lagos del Cacique como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Localización del desarrollo Los Guayacanes.

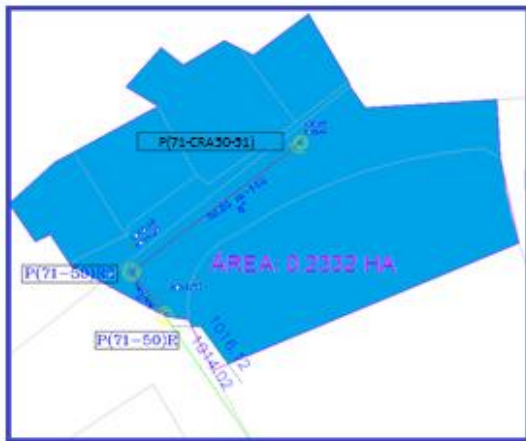


Fuente: Google Earth 2011.

La construcción de este proyecto beneficiará directamente a aproximadamente 117 habitantes de las viviendas, asentados en un área neta (Figura 3) de aproximadamente, 0.2332 Hectáreas.

Se conectarán los predios que tengan la posibilidad de conectarse por gravedad a dicha red, permitiendo la adecuada evacuación de las aguas sanitarias del sector y también dejando las vías y senderos en adecuado funcionamiento desde el punto de vista sanitario y ambiental.

Figura 3. Área bruta de estudio Barrio Los Guayacanes.



Fuente: Elaboración propia

1.3.1. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño se basaron en la Norma técnica para el diseño de alcantarillado de la EMPAS[1] y el RAS-2000⁵ [2].

1.3.1.1. Consumo

Este valor corresponde al consumo diario de agua por habitante, depende del nivel socioeconómico de la población en la zona. En el caso de Los Guayacanes del municipio de Floridablanca el

⁵ Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico.

nivel socioeconómico es bajo por lo que el valor es 200 (Lts/hab-día) (Tabla 1).

Tabla 1. Consumo por habitante Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

Nivel Socio Económico	Consumo por Habitante (Lts/hab-día)
Bajo	200
Medio	240
Alto	320

Fuente: Norma técnica para el diseño de alcantarillado de la EMPAS

1.3.1.2. Coeficiente de retorno

El porcentaje de agua consumida que retorna al alcantarillado se adopta igual al 90%.

1.3.1.3. Aportes residencial, industrial, comercial e institucional

El caudal de diseño de los colectores está sujeto a la suma del caudal máximo horario del día máximo, conexiones erradas y los aportes por infiltración así:

$$Q_n = Q_{MH} + Q_{ce} + Q_i$$

Donde:

- Q_n : Caudal de diseño aguas residuales.
- Q_{MH} : Caudal máximo horario.
- Q_{ce} : Caudal por conexiones erradas.
- Q_i : Caudal por infiltración.

El valor del caudal máximo horario se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Q_{MH} = Q_{MD} * f$$

f = factor de 3,04. ⁶

El caudal medio diario de aguas residuales (QMD), estará dado por la sumatoria de los diferentes aportes.

$$Q_{MD} = AD + AC + AI + AIT$$

Donde:

- AD: Aportes Domestico
- AC: Aportes Comercial
- AI: Aportes Industrial
- AIT: Aportes Institucional

1.3.1.3.1. AD: Aportes domésticos

El caudal medio diario de las aguas residuales está dado por la siguiente ecuación.

$$AD = \frac{R * P * C}{86400}$$

Donde:

- AD: Caudal medio diario de aguas residuales domesticas en Lps.
- R: Coeficiente de retorno.

⁶ Factor correspondiente de la figura 9 de las Normas Técnicas para Diseño y Presentación de Proyectos de Alcantarillado de la EMPAS.

- P: Poblacion servida estimada según la densidad bruta y el área total de viviendas. (Ha).
- C: consumo por habitante en litros por habitante.

1.3.1.3.2. AC: Aportes comerciales

Para propósitos de diseño se adoptó un caudal medio diario de:

$$AC = 2.0 \frac{lps}{Ha}$$

1.3.1.3.3. AI: Aportes industriales

Para estimar el aporte industrial puede utilizarse un caudal de:

$$AI = 1.5 \frac{lps}{Ha}$$

1.3.1.3.4. AIT: Aportes institucionales

Para estimar el aporte institucional puede utilizarse un caudal de:

$$AIT = 1.3 \frac{lps}{Ha}$$

Aportes por conexiones erradas e infiltración

1.3.1.3.5. Aportes de agua por infiltración

$$Q_i = C_i * \sum A$$

C_i = coeficiente de infiltración

A= sumatoria de las áreas brutas acumuladas del tramo en diseño.

Para la zona de diseño se tomara el valor de 0.2 lps/Ha basándonos en la Tabla 2. Z

Tabla 2. Aporte por infiltración.

ZONA	C _i (lps/Ha)
Baja Infiltración (B)	0.2
Media Infiltración (M)	0.3
Alta Infiltración (B)	0.4

Fuente: Norma técnica para el diseño de alcantarillado de la EMPAS

1.3.1.3.6. Aportes normales de agua por conexiones erradas

$$Q_{ce} = C_{ce} * P$$

C_{ce} = coeficiente de conexiones erradas.

P= Población

Teniendo en cuenta que la zona de diseño es residencial se toma el valor de $50 \frac{lps}{Ha-día}$. (Tabla 3).

Tabla 3. Aportes por conexiones erradas.

SECTOR	COEFICIENTE DE CONEXIONES ERRADAS (C _{ce})
Residencial	$50 \frac{lps}{Ha-día}$
Comercial, institucional o industrial	$0.2 \frac{lps}{Ha}$

Fuente: Norma técnica para el diseño de alcantarillado de la EMPAS

En la Tabla 4 se presenta el resumen de las áreas de vivienda, población y caudal sanitario de diseño.

Tabla 4. Distribución de viviendas y caudales de aporte de aguas residuales domésticas.

TRAMO	ZONA	No. CASAS	NIVEL SOCIO ECON.	DENSIDAD BRUTA	POBLACIÓN	CONSUMO
				Hab/Ha	Hab	L/Hab-día
1	XV	8	Bajo	500	116.6	200
2	XV		Bajo	500	116.6	200
3	XV		Bajo	500	116.6	200
TRAMO	AREA BRUTA	Qmd	Qcon erradas	Tipo Infiltr.	QMD	Qd
	Ha	Lps	Lps	Lps/Ha	Lps	Lps
1	0.23	0.24	0.07	0.2	0.73	150
2	0.00	0.24	0.07	0.2	0.73	150
3	0.00	0.24	0.07	0.2	0.73	150

Fuente: Elaboración propia

1.3.1.4. Fuerza de arrastre tractiva (ft)

Estos valores dependen del sistema de alcantarillado a instalar, según normativa se tienen los valores mostrados en la Tabla 5.

Tabla 5. Fuerza tractiva mínima.

TIPO DE ALCANTARILLADO	Ft (kg/m ²)
Sanitario	0.15
Pluvial o combinado	0.35

Fuente: Norma técnica para el diseño de alcantarillado de la EMPAS

1.3.1.5. Velocidades limite

Para un alcantarillado sanitario o combinado se tienen las velocidades mínimas mostradas en la Tabla 6.

Tabla 6. Velocidades límite de diseño

TIPO DE ALCANTARILLADO	Vo (m/seg)	V mínima (m/seg)
Sanitario	≥0.6	0.3
Pluvial o combinado	≥1.0	0.7

Fuente: Norma técnica para el diseño de alcantarillado de la EMPAS

1.3.1.6. Numero de Froude (fr)

Para evitar flujos inestables en los conductos, el número de Froude debe ser menor de 0.90 o mayor de 1.10.

En la Tabla 7 se muestra un resumen de los parámetros de diseño del Barrio Los Guayacanes.

Tabla 7. Parámetros de diseño.

Parámetros	
Relación Q/Qo máximo	0,9
Vo mínimo [m/s]	0,6
Velocidad mínima [m/s]	0,3
Fuerza tractiva mínima [kg/m ²]	0,15
Límite Froude Subcrítico	< 0,90
Límite Froude Supercrítico	> 1,10
Coefficiente de Retorno	0,9
Densidad (hab/ha)	500

Fuente: Elaboración propia

1.3.2. Diseño hidráulico

En el Tabla 8 se muestra las condiciones hidráulicas proyectadas, observándose que se cumple con los parámetros de la Normas Técnicas

para Diseño y Presentación de Proyectos de Alcantarillado de la EMPAS.

Tabla 8. Condiciones hidráulicas proyectadas.

TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO										CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL COLECTOR										CONDICIONES HIDRÁULICAS DEL COLECTOR									
	Tempo Concen. Tc	Frecuen. F	Intens. FIG.10 I	Coef. Escor. C	Área total A	Caudal sanitario Qn	Caudal diseño Q	"n" Manning	Diam. Colector ø1	Diam. Colector ø2	Longitud entre pozos	Pend. colector %	Caudal tubo lleno Qo	Altura agua Y	Vel. tubo lleno Vo	Vel. agua V	Fuerza tractiva Ft	V1/2	Froude											
DE A																														
(1)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)											
P(71-CR450-51) R(P(71-50) R2	8.00	2	206.50	0.80	0.2332	1.50	1.50	0.01	0.18	8	32.20	14.00	124.06	0.01	0.01	4.77	1.40	1.26	0.10	4.68										
P(71-50) R2	8.38	2	206.50	0.80	0.2332	1.50	1.50	0.01	0.18	8	8.40	3.50	62.03	0.02	0.02	2.38	0.85	0.43	0.04	2.33										

EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.



ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO LOS GUAYACANES COLECTOR:

Finalmente se deben construir tramos con tubería de 8 pulgadas en PVC.

2. APORTE POR PARTE DEL PRACTICANTE

2.1. Marco teórico sumideros⁷ [3]

2.1.1. Definición

Son estructuras complementarias para la captación de la escorrentía superficial, que pueden ser diseñadas en forma lateral o transversal al sentido del flujo, y se localizarán en las vías vehiculares o peatonales del proyecto.

2.1.2. Clasificación

Los sumideros se clasifican de acuerdo con su localización relativa respecto de las calzadas de las vías. La nomenclatura de la clasificación y su definición es la siguiente:

2.1.2.1. Sumideros laterales “SL”

Se denominan laterales aquellos que se construyen siguiendo el alineamiento del andén, y se clasifican de acuerdo con la dimensión longitudinal del orificio de captación; como se muestra a continuación:

- ❖ SL-200: Sumidero lateral con 2 m de captación.
- ❖ SL-400: Sumidero lateral con 4 m de captación.
- ❖ SL-600: Sumidero lateral con 6 m de captación.

2.1.2.2. Sumideros transversales “ST”

Estos se construyen sobre las calzadas de las vías y

⁷ Tomado de Hidroestudios LTDA. Ingenieros Consultores Informe No. 031-GA-91, Alcantarillado maestro diseño de sumideros.

transversalmente a ellas, y de acuerdo con la luz libre de las rejillas en el eje longitudinal de la calzada, se clasifican así:

- ❖ ST-40: Sumidero transversal con una rejilla de luz libre igual a 40 cm.
- ❖ ST2-40: Sumidero transversal con una rejilla con apoyo intermedio y una luz libre de 90 cm. La estructura tiene dos compartimientos de 40 cm de luz libre.

2.2. Análisis y diseño de los sumideros tipo

2.2.1. Descripción de los elementos que componen las estructuras

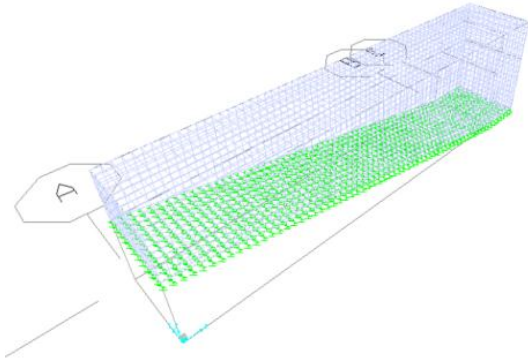
Para el caso de los sumideros laterales y transversales se proyectan con una longitud de 6 m, compuestos por muros y placa inferior de espesor 0.20 m, y en el caso del sumidero lateral una placa superior de 0.15 m; estas estructuras son en concreto reforzado de $f'c=4000$ Psi.

En las Figuras 4 y 5 se presentan las panorámicas de los modelos de elementos finitos en 3D desarrollados en el software SAP2000 para un sumidero lateral, y en las Figuras 6 y 7 para un sumidero transversal. En los modelos se ha tenido en cuenta la interacción suelo-estructura, apoyándolos en una cama finita de resortes con rigidez calculadas a partir del coeficiente de balasto promedio para suelos de Bucaramanga aportado por un especialista en Geotecnia⁸ y el área aferente de estos elementos.

- Coeficiente de Balasto: 3 Kg/cm^3

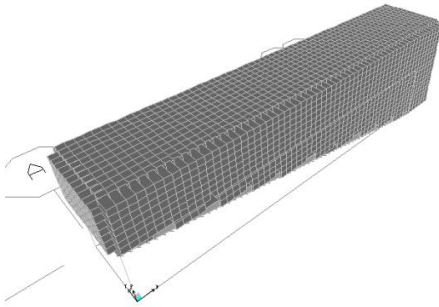
⁸ M.Sc.Ing. Wilfredo Del Toro, miembro de la planta de profesores de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander.

Figura 4. Vista 3D del modelo de elementos finitos desarrollado para un sumidero lateral.



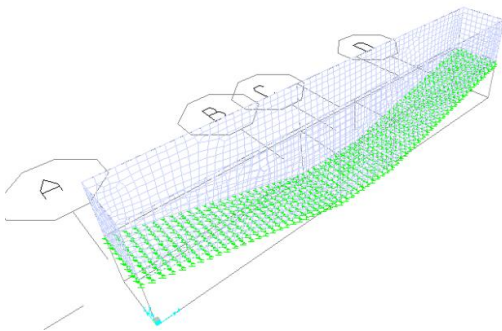
Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Panorámicas del modelo de elementos finitos desarrollado para un sumidero lateral.



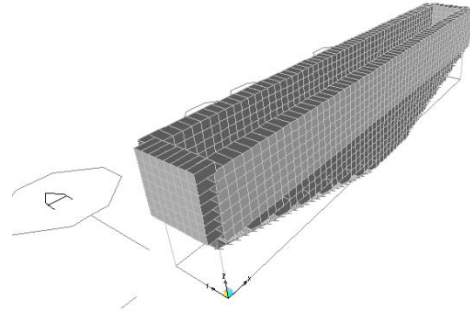
Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Vista 3D del modelo de elementos finitos desarrollado para un sumidero transversal.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Panorámicas del modelo de elementos finitos desarrollado para un sumidero transversal.

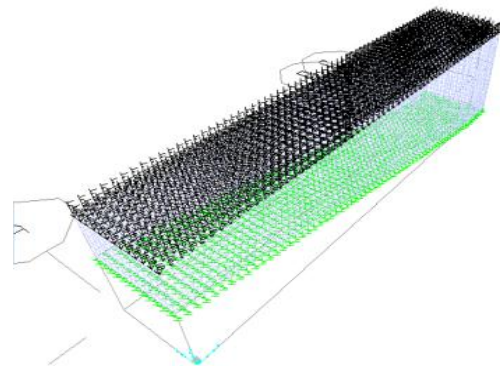


Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Evaluación de cargas

- ❖ **Carga Muerta (D):** La carga muerta consiste en el peso propio de los elementos el cual es calculado automáticamente por el programa.
- ❖ **Carga Viva (L):** Para el sumidero lateral se asumió que sobre este en algún momento podría pararse un camión. Esta carga viva consiste en la carga de camión de diseño C-40-95, por lo tanto se distribuyó una carga de 7,5 sobre la placa.(Figura 8)

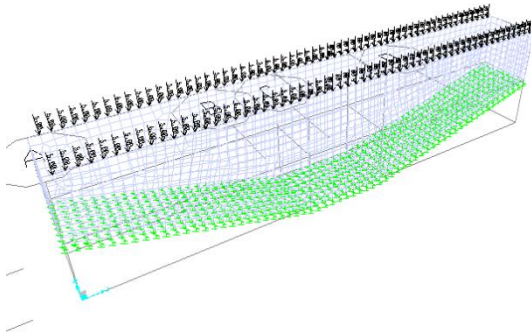
Figura 8. Carga viva aplicada al modelo del sumidero longitudinal.



Fuente: Elaboración propia

Para el caso de los sumideros transversales se distribuyó el peso de dos camiones C-40-95 sobre la longitud más larga de estos. (Figura 9).

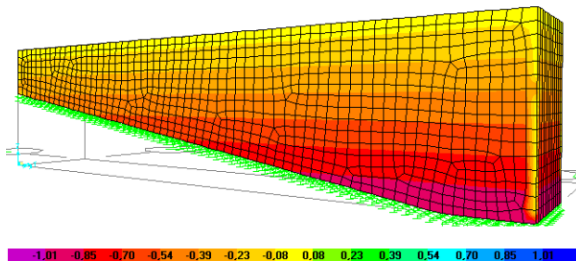
Figura 9. Carga viva aplicada al modelo del sumidero transversal.



Fuente: Elaboración propia

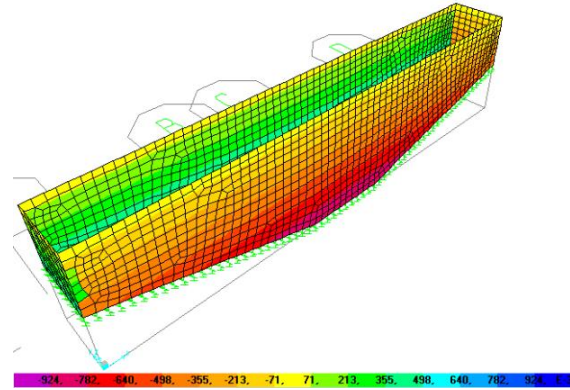
❖ **Empuje de tierra (P):** Se asumieron valores críticos para poder calcular la presión activa sobre la estructura, se usaron valores sugeridos por un especialista en geotecnia como lo fueron el Coeficiente de presión activa (k_a) de 0.33 y un peso unitario del suelo de 2 ton/m^3 . Además, se despreció el efecto proporcionado por la presión del agua, ya que estas estructuras no alcanzan una profundidad bajo tierra de dos metros. (Figura 10 y 11)

Figura 10. Empuje de tierra aplicado al modelo del sumidero longitudinal (en Ton/m^2)



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Empuje de tierra aplicada al modelo del sumidero transversal (en Ton/m^2).



Fuente: Elaboración propia

2.2.2.1. Combinaciones de carga

Se emplearon las siguientes combinaciones de carga, de acuerdo con el CCDSP⁹ [4]:

- ❖ 1.0 (D+P)
- ❖ 1.3 (D+P) + 2.17L

2.2.3. Verificación por cortante

De acuerdo al numeral al numeral C.11.2. de la NSR-10¹⁰ [5], la resistencia a cortante por el concreto es :

$$v_c = 0,17 \lambda \sqrt{f'c} b_w d$$

Donde $\lambda = 1,0$ para concretos de peso normal (Ver C.8.6). Para un espesor de 0,20 m, la resistencia a cortante del concreto es de 11,69 Tonf; en los dos casos se verificó que en los

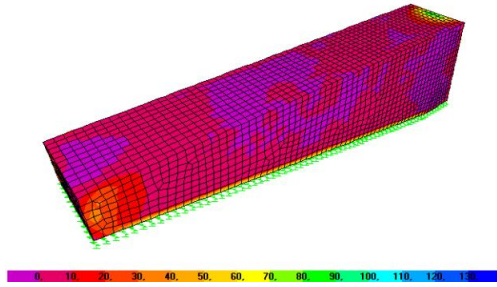
⁹ Código colombiano de diseño sísmico de puentes.

¹⁰ Reglamento colombiano de construcción sismo resistente.

elementos estructurales no se requerían de refuerzo por cortante.

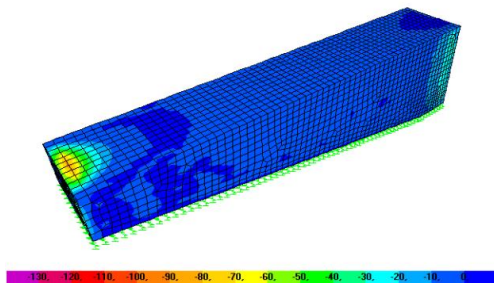
A continuación se muestran los cortantes Máx. y Mín. para el modelo del sumidero lateral.

Figura 12. Cortante V13-Máx del sumidero longitudinal (en Ton).



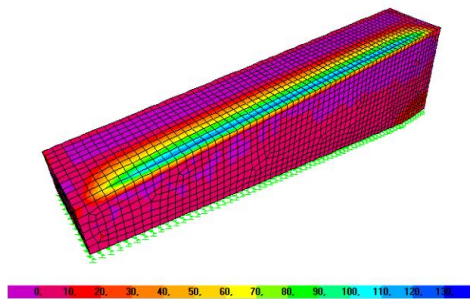
Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Cortante V13-Mín del sumidero longitudinal (en Ton).



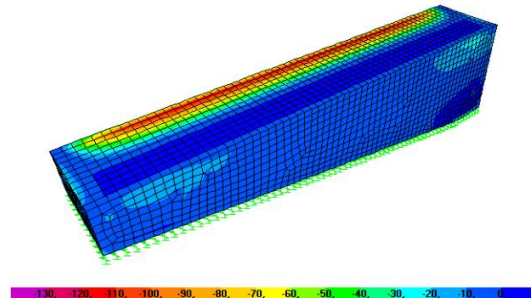
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Cortante V23-Máx del sumidero longitudinal (en Ton).



Fuente: Elaboración propia

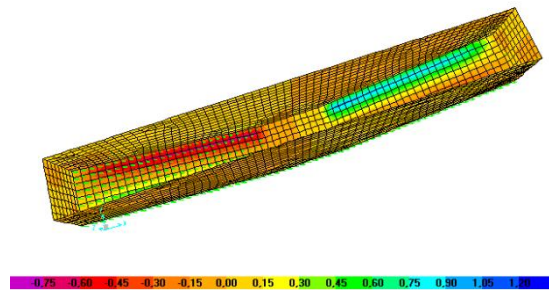
Figura 15. Cortante V23-Mín del sumidero longitudinal (en Ton).



Fuente: Elaboración propia

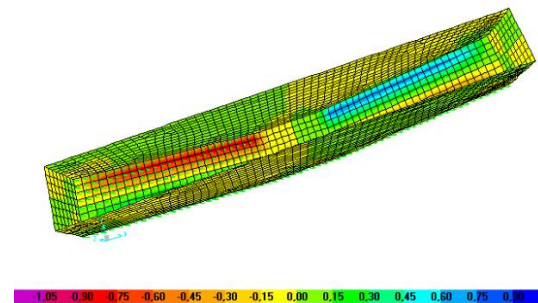
Las Figuras 16, 17, 18 y 19 ilustran los cortantes Máx. y Mín. para el modelo del sumidero transversal.

Figura 16. Cortante V13-Máx del sumidero transversal (en Ton).



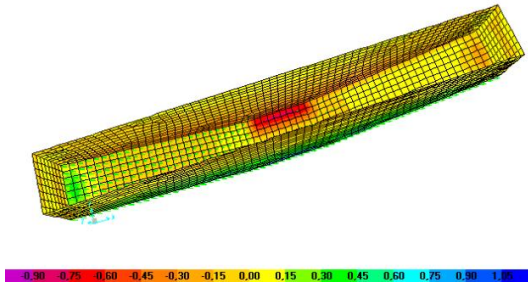
Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Cortante V13-Mín del sumidero transversal (en Ton).



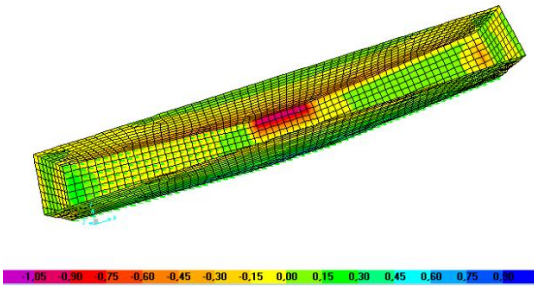
Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Cortante V23-Máx del sumidero transversal (en Ton).



Fuente: Elaboración propia

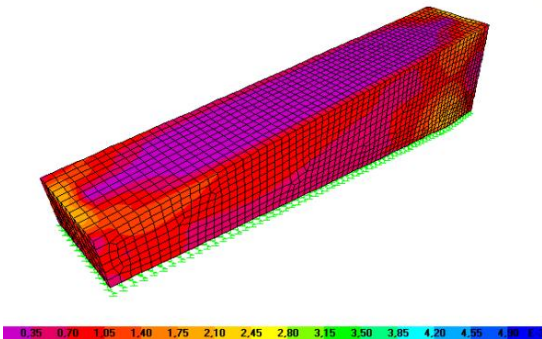
Figura 19. Cortante V23-Mín del sumidero transversal (en Ton).



Fuente: Elaboración propia

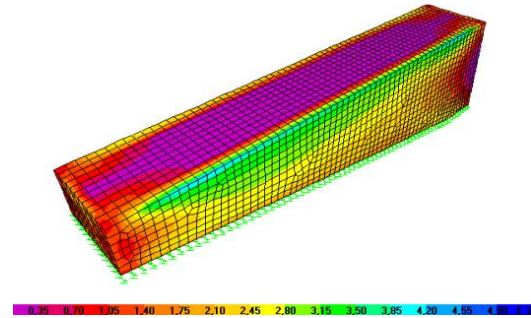
2.2.4. Áreas de Refuerzo en direcciones longitudinal y transversal

Figura 20. Área Ast1 sumidero lateral (en $m^2/m \cdot E-3$).



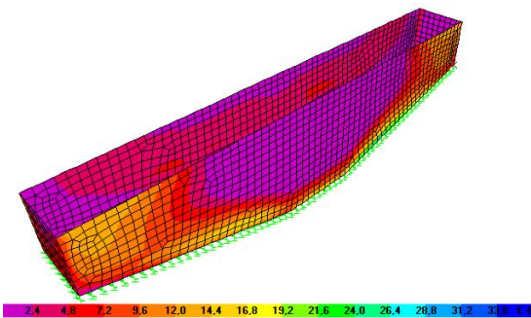
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Área Ast2 sumidero lateral (en $m^2/m \cdot E-3$).



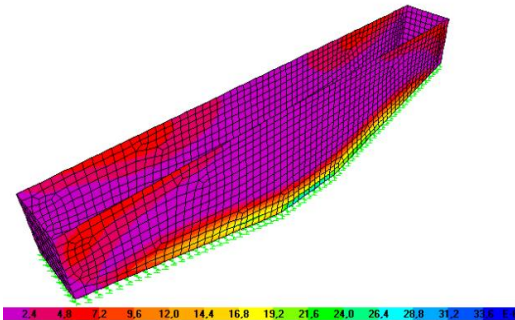
Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Área Ast1 sumidero transversal (en $m^2/m \cdot E-3$).



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Área Ast2 sumidero transversal (en $m^2/m \cdot E-3$).



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al modelamiento y análisis hecho a las estructuras tipo mediante el software SAP 2000 v14 y considerando una variable de factores mencionadas anteriormente, se determinó que las estructuras necesitan el refuerzo mínimo.

3. CONCLUSIONES

Durante el periodo de la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería se adelantaron satisfactoriamente las actividades asignadas por la coordinación de expansión de infraestructura, en la cual el estudiante involucro los conocimientos recibidos durante el proceso de pregrado y los puso a prueba en la revisión y diseño de nuevas redes de alcantarillado o de existentes, concluyendo que aplicando correctamente los parámetros de diseño se reduce el riesgo de problemas en los proyectos, como la disminución de sobrecostos en las obras por errores de cálculo o de revisión.

Además, se concluyó que los planos tipos de los sumideros necesitaban una serie de cambios, ya que a pesar de que el refuerzo con el que se construyen hoy en día es el indicado y resiste esfuerzos cortantes, se debe aumentar la resistencia del concreto y el espesor de muros y placas, para que cumplan con el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] EMPAS S.A. (2013) Normas técnicas para el diseño de alcantarillado. Bucaramanga, Colombia.

[2] RAS-2000, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Sección II, Título D, Sistemas de recolección de aguas Residuales Domesticas y Pluviales, Ministerio de Desarrollo Económico sección de agua Potable, Bogotá, 2000.

[3] HIDROESTUDIOS LTDA. (1979) Ingenieros Consultores, Informe No. 032-GA-91, Alcantarillado maestro diseño de sumideros, Bucaramanga.

[4] ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA (1995), Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, Colombia.

[5] ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA (2010), Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, Título A y C, Santafé de Bogotá D.C. – Colombia

BIBLIOGRAFIA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA (1995), Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, Colombia

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA (2010), Reglamento colombiano de construcción sismo resistente

NSR-10, Título A y C, Santafé de Bogotá D.C. –
Colombia

EMPAS S.A. (2013) Normas técnicas para el
diseño de alcantarillado. Bucaramanga, Colombia

HIDROESTUDIOS LTDA. (1979) Ingenieros
Consultores, Informe No. 032-GA-91,
Alcantarillado maestro diseño de sumideros,
Bucaramanga.

RAS-2000, Reglamento Técnico del Sector de
Agua Potable y Saneamiento Básico, Sección II,
Título D, Sistemas de recolección de aguas
Residuales Domesticas y Pluviales, Ministerio de
Desarrollo Económico sección de agua Potable,
Bogotá, 2000.

ANEXO A. PLANOS TIPO ORIGINALES

**ANEXO B. PLANOS TIPO FINALES ACTUALIZADOS POR PARTE DEL
PRACTICANTE EN BASE A LA NSR-10.**

