



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**GUÍA PARA INSPECCIÓN DE COLECTORES, EN LA EMPRESA
MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA
(EMPAGUA)**

Rony Maynor Sánchez
Asesorado por la ingeniera Alicia Monzón de Rodríguez

Guatemala, abril de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA PARA INSPECCIÓN DE COLECTORES, EN LA EMPRESA
MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA
(EMPAGUA)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RONY MAYNOR SÁNCHEZ
ASESORADO POR LA INGENIERA ALICIA MONZÓN DE RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL PRIMERO: Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL SEGUNDO: Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL TERCERO: Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL CUARTO: Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL QUINTO: Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

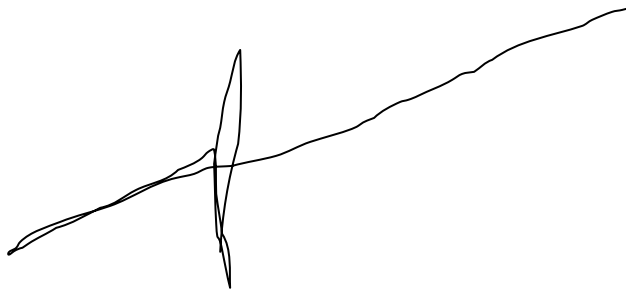
DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR: Ing. Wuilliam Ricardo Yon Chavarría
EXAMINADOR: Ing. Marco Antonio García Díaz
EXAMINADOR: Ing. Carlos Salvador Gordillo García
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de graduación titulado:

GUÍA PARA INSPECCIÓN DE COLECTORES, EN LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA),

tema que me fuera autorizado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 18 de junio de 2009.

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Rony Maynor Sánchez

Guatemala, 24 de febrero de 2010

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

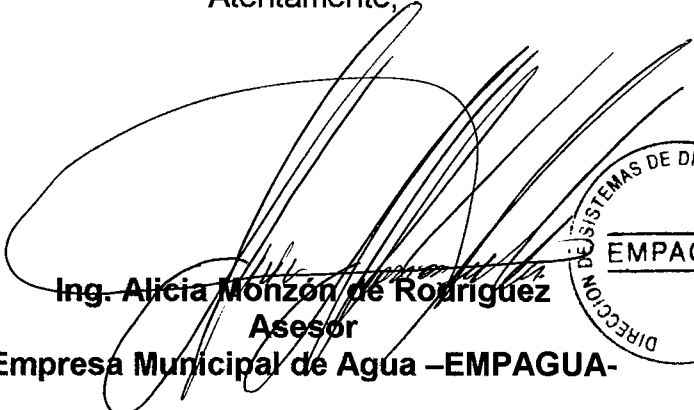
Ingeniero Aguilar Polanco:

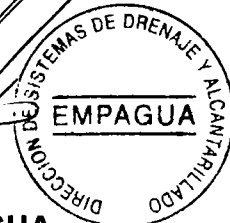
Atentamente hago de su conocimiento, que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante universitario Rony Maynor Sánchez, titulado: **“GUÍA PARA INSPECCIÓN DE COLECTORES EN LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA –EMPAGUA–”**.

Habiéndose realizado las correcciones planteadas a dicho trabajo, considero que cumple con los requisitos exigidos para su aprobación final.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,


Ing. Alicia Monzón de Rodríguez
Asesor
Empresa Municipal de Agua –EMPAGUA–



DIRECCION DE SISTEMAS DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO
EMPAGUA



Guatemala,
1 de marzo de 2010

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Guatemala

Estimado Ingeniero.

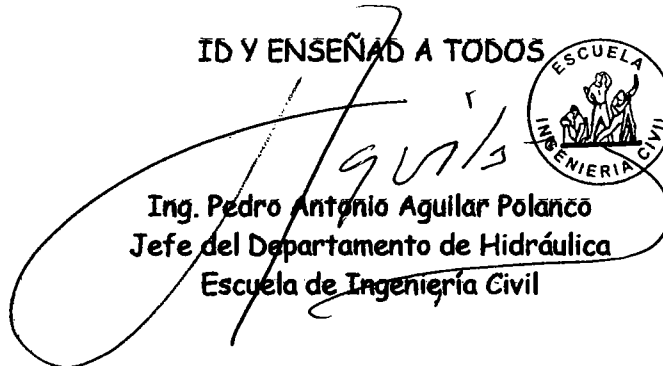
Atentamente y por este medio, envío a usted el trabajo de graduación desarrollado por el estudiante **Rony Maynor Sánchez**, con el título **GUÍA PARA INSPECCIÓN DE COLECTORES EN LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)**, asesorado por la Inga. Alicia Monzón de Rodríguez.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo extendiendo la **APROBACIÓN DEL MISMO** y habiéndose efectuado todas las observaciones técnicas, el suscrito lo da por **APROBADO**; solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil

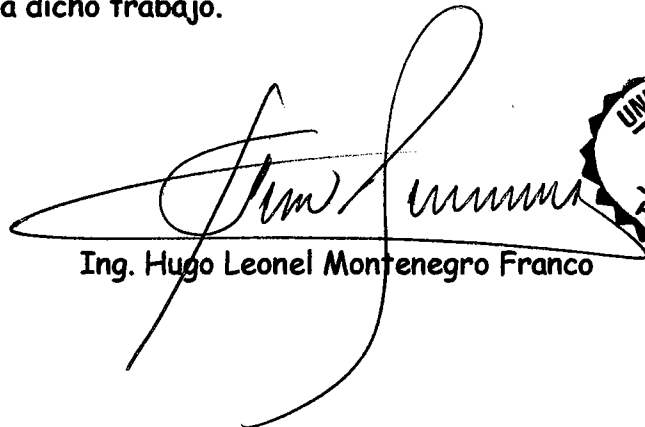


FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Inga. Alicia Monzón de Rodríguez y del Jefe del Departamento de Hidráulica, Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco, al trabajo de graduación del estudiante Rony Maynor Sánchez, titulado **GUÍA PARA INSPECCIÓN DE COLECTORES EN LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo de 2010

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **GUÍA PARA INSPECCIÓN DE COLECTORES, EN LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)**, presentado por el estudiante universitario **Rony Maynor Sánchez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano



Guatemala, marzo de 2010

/cc

DEDICATORIA A:

Mi país

Mi madre

Mi hijo

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Ingeniería, por incentivar mis sueños que ahora son realidad.

La ingeniera Alicia Monzón de Rodríguez, asesora del presente trabajo de graduación, por su apoyo e interés a este proceso, al ingeniero Pedro Aguilar Polanco, revisor, por brindarme la oportunidad de recibir sus enseñanzas.

EMPAGUA, por la oportunidad de laborar dentro de la empresa y en especial al arquitecto Daniel Roldán, por el apoyo en la realización del presente trabajo.

Todas aquellas personas que con su ayuda y apoyo hicieron posible que este trabajo sea una realidad, en especial a Delia, por su cariño y amistad, pero sobre todo, por su apoyo al enfrentar conmigo los retos de cada día.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES	
1.1. Marco histórico	1
1.1.1. Plan Maestro de Drenajes de la Municipalidad de Guatemala	2
1.2. El porqué de una inspección	2
1.2.1. Importancia	2
1.2.2. Costos	2
1.2.3. Vida útil	3
2. MARCO GENERAL PARA LA INSPECCIÓN DE COLECTORES	
2.1. Definiciones	5
2.2. Componentes del sistema de drenajes	5
2.2.1. Pozos de visita	5
2.2.2. Pozos de registro	8
2.2.3. Colectores	8
2.2.4. Descargas	12

2.3. Esquema de la inspección	14
2.3.1. Asignación de supervisor	14
2.3.2. Análisis de gabinete	14
2.3.3. Visita de campo	14
2.3.4. Diagnostico	15
2.3.5. Redacción del informe	15
2.3.6. Presentación del informe	15
3. COMPONENTES DE LA INSPECCIÓN	
3.1. Recurso humano	17
3.1.1. Rendimiento laboral de los trabajadores	17
3.1.2. Asignación del personal	17
3.1.3. Carga de trabajo	18
3.1.4. Capacitación	18
3.2. Herramienta	18
3.3. Marco de madera	19
3.4. Equipo de seguridad	19
4. MARCO DE MADERA	
4.1. Descripción	23
4.2. Componentes	23
4.3. Maquinaria	27
5. SEGURIDAD	
5.1. Principios fundamentales	31
5.1.1. Principio de ergonomía	31
5.1.2. Planificación y administración	31
5.2. Procedimientos	32
5.3. Seguridad vial	34

5.4. Seguridad del personal	37
5.4.1. Seguridad en pozos de visita y registros	38
5.4.2. Seguridad en colectores	38
5.4.3. Seguridad en descargas	39
6. GUÍA DE OPERACIONES	
6.1. Instalaciones preliminares	41
6.2. Elementos de inspección en pozos de visita y registro	41
6.2.1. Obra civil	41
6.2.2. Infiltraciones	42
6.2.3. Obstrucciones	42
6.3. Elementos de inspección en colectores	43
6.3.1. Obra civil	43
6.3.2. Infiltraciones	44
6.3.3. Obstrucciones	44
6.3.4. Asentamientos	45
6.3.5. Desgaste de piso	46
6.4. Elementos de inspección en descargas	46
6.4.1. Descarga	46
6.4.2. Contenido	47
6.4.3. Gradación de alrededores	48
7. EJEMPLOS PRÁCTICOS	
7.1. Inspección de derivador de caudal	49
7.2. Inspección emergente del hundimiento en la zona seis	54
7.3. Inspección en descarga de colector	58
7.4. Inspección en disipador de energía	62

CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	69

ANEXOS

- Anexo I. Cuadro de condición global del sistema de drenaje
- Anexo II. Cuadro para toma de datos en la inspección
- Anexo III. Formato de encuestas
- Anexo IV. Resultado de encuestas

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1	Esquema de pozo de visita	5
2	Dimensiones de cono de ingreso	6
3	Ingreso a pozo de registro	7
4	Depósito en pozo de registro	7
5	Esquema de pozo de registro	8
6	Cilindro de túnel colector	9
7	Derivador de caudal tipo salto	9
8	Derivador de caudal tipo rebalse	10
9	Disipadores de energía con gradas y con depósito	11
10	Disipador de energía con depósito	11
11	Descarga de colector	12
12	Cabezal tipo pared	12
13	Degradación en cabezal de descarga	13
14	Zona de degradación	13
15	Instalación de marco de madera	19
16	Equipo de seguridad personal	19
17	Utilización de protección respiratoria	20
18	Caseta y marco de madera	23
19	Torno manual con persoga	25
20	Dimensiones mínimas para gancho en marcos de madera	26
21	Torno para marco de madera	28
22	Utilización de vehículo como fuerza mecánica	29
23	Señalización en vía pública	35

24	Uso del color en señalización nocturna	36
25	Seguridad personal como prioridad	37
26	Inundación de colector	39
27	Obra civil en laderas	41
28	Infiltraciones en pozo de registro	42
29	Revestimiento en cilindro de colector	43
30	Infiltraciones en túnel colector	44
31	Obstrucciones en túnel colector	45
32	Asentamiento en túnel colector	45
33	Desgaste en piso de colector	46
34	Descarga en cuerpo receptor	47
35	Contaminación de efluentes	47
36	Gradación en entorno de la obra	48
37	Esquema del sistema de drenaje con disipador	49
38	Inundación en registros durante una inspección de un derivador de caudal	50
41	Instalación de marco de madera para inspección	51
40	Manipulación de rejilla de derivador de caudal	51
41	Asolvamiento de colector auxiliar al derivador de caudal	52
42	Vista interior de hundimiento durante ingreso de personal	54
43	Uso de grúa de gran capacidad	55
44	Uso de canasta metálica en inspección emergente en zona 6	55
45	Ingreso a hundimiento utilizando grúa de gran capacidad	56
46	Equipo y herramienta utilizados durante inspección de registros	56
47	Remoción de tapaderas para favorecer la ventilación del sistema	57
48	Ingreso de personal en descarga de colector principal	58

49	Gradación de alrededores de descarga de colector	59
50	Detección de infiltraciones en colector de diámetro de 4 mts.	60
51	Vista frontal del dissipador de energía en descarga de colector	62
52	Vista lateral de gradas de dissipador con evidencias de erosión	63
53	Falla de sección de piso por erosión en dissipador de energía	63
54	Oquedad en base de grada inferior de dissipador de energía	64

Tablas

I	Medidas mínimas de madera para marcos	24
II	Medidas utilizadas para cable acerado	25

GLOSARIO

Aguas cloacales	Desperdicios líquidos y sólidos transportados por el agua proveniente de casas de habitación, instituciones y edificios comerciales.
Aguas pluviales	Son las aguas de escorrentía que, provenientes de la lluvia, corren a través de las zonas urbanas y sus alrededores.
Cabezal de descarga	Constituye la obra de arte colocada al extremo final del colector hacia el cuerpo receptor, necesario para mantener en buenas condiciones tanto la salida del colector como sus alrededores.
Colectores madre o principales	Son los conductos que colectan las aguas cloacales, pluviales o ambas, provenientes de los ramales colectores, y que los conducen a plantas de tratamiento o a su disposición final en las cañadas de desfogue.
Derivadores de caudal	Son obras diseñadas para descargar los efluentes excesivos o potencialmente perjudiciales del sistema colector hacia otros cuerpos receptores.

Dilución	Acción de diluir; en el caso de tratamiento de aguas negras, se trata de disminuir la concentración de contaminantes de esta agua, descargándolas en grandes cuerpos receptores (ríos, lagos o mares).
Disipadores de energía	Son estructuras en forma de canal liso, con o sin graderías, que se construyen para absorber la energía cinética del efluente del colector, buscando el menor daño posible al cuerpo receptor y a su entorno.
Eutrofización	Incremento de sustancias nutritivas en aguas dulces de ríos, lagos y embalses, que provoca un exceso en el crecimiento de vida vegetal.
Gradación	En el caso de sistemas de drenaje se refiere al posible deterioro del medio ambiente por parte de la descarga de las aguas provenientes de éstos.
Inspección	Conjunto de actividades y procedimientos técnicos que permiten definir el desarrollo de una acción. Constituye una serie de acciones de gabinete y campo, desde recopilación de información (historia del sistema, expedientes técnicos del proyecto, planos post construcción, inspecciones previas, etc.), hasta la toma de datos en campo, a fin de conocer el estado del sistema de drenaje en un periodo de tiempo dado.

- Pozos de registro** Estructuras construidas con el objeto de conectar los ramales principales con los ramales colectores, o éstos con los colectores madre, y que tienen acceso desde la superficie.
- Pozos de visita** Estructuras construidas con el objeto de proporcionar acceso, tanto a los ramales principales como a los colectores, con el propósito de inspeccionarlos y limpiarlos.
- Ramales colectores** Son los conductos que recolectan las aguas cloacales, pluviales o ambas, provenientes de los ramales principales, los cuales generalmente están situados a mayores profundidades que éstos.
- Sistema de drenaje** Es el conjunto de tuberías o conductos cerrados que normalmente trabajan como canales, a través de los cuales corren solas o combinadas, las aguas cloacales y pluviales.

RESUMEN

Actualmente se ha incrementado la necesidad de verificar el buen funcionamiento de los sistemas de drenaje en la ciudad capital, así como también la de detectar anomalías dentro del sistema para su evaluación. Estas necesidades han obligado a la ejecución de programas de operación, mantenimiento e inspección de sistemas de drenaje y alcantarillado, buscando para ello técnicas simples y efectivas que sean una ayuda eficaz para la realización del trabajo.

Entre los problemas técnicos que surgen al momento de una inspección de un sistema de drenaje, suele ocurrir que un trabajo de esta naturaleza tenga sus propios criterios para desarrollarla, los cuales a menudo suelen ser muy diversos, por tanto, la planificación y la organización del trabajo son fundamentales.

Esta diversidad de criterios y conocimientos empíricos han resultado en la falta de un protocolo indicado, lo cual ha provocado, en no pocas ocasiones, contratiempos e incluso accidentes del personal a cargo al obviarse medidas de precaución, señalización y controles antes o durante la inspección.

Es por lo anterior, y debido a la complejidad del trabajo que puede implicar una inspección, se detecta la necesidad de contar con una guía para la elaboración a corto plazo de un manual de inspección, a fin de cubrir todos los aspectos de manera eficiente, principalmente en lo que concierne a seguridad del personal a cargo así como en los elementos del sistema de drenaje que deben ser verificados durante la misma.

Dicho documento analizará la capacitación de personal, medidas de precaución, equipo apropiado y técnicas acordes a la inspección requerida, así como la debida documentación del proceso. Es de hacer énfasis que el principal beneficiario de una correcta inspección, debe ser todo ciudadano al cual se le está brindando el servicio, al garantizarle un correcto funcionamiento y seguridad de operación.

OBJETIVOS

General:

Desarrollar de forma didáctica, ilustrada y ejemplificada, una guía teórica y práctica que reúna las técnicas y los conocimientos necesarios para realizar, profundizar y exponer por escrito métodos de trabajo que sirvan de base para la elaboración de un manual de inspección para colectores municipales en el municipio de Guatemala. Buscando con ello la detección de errores tanto en diseño como en construcción que puedan ser evaluados en gabinete para futuros proyectos.

Específicos:

1. Proporcionar una herramienta de apoyo para la inspección de colectores madre comprendidos dentro del Plan Maestro de Drenajes de la municipalidad de Guatemala.
2. Facilitar al personal operativo la ejecución correcta de la inspección y, al mismo tiempo, lograr estandarizar los métodos de trabajo y registros de la misma.
3. Simplificar la inspección de sistemas de drenajes, aplicando procedimientos adecuados, con el fin de medir el éxito durante la inspección y determinar el funcionamiento de los mismos.

4. Promover la recopilación gradual de información y el aporte de nuevos conocimientos por medio de evaluaciones continuas, para mejorar los procedimientos de inspección de drenajes, dando importancia al factor humano en general.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro medio, específicamente a nivel municipal, dentro del casco urbano de la ciudad capital de Guatemala, se ha dado un auge en el desarrollo de complejos comerciales, centros empresariales y proyectos habitacionales, los cuales han ido incrementando continua y progresivamente, el caudal de aguas cloacales y pluviales que deben ser drenadas adecuadamente.

Todo ello implica la necesidad no solo de una correcta planificación, diseño y construcción de obras hidráulicas y sanitarias; implica también la necesidad de prever, programar y documentar una inspección metódica de las mismas, enfocada especialmente a los llamados grandes colectores o colectores madre de diámetros internos mayores a un metro, ya que las tuberías de grandes diámetros conllevan mayor atención a la hora de realizar inspecciones para mantenimiento y limpieza.

Esta guía apunta tanto a las operaciones como al profesionalismo en el área de mantenimiento y del personal a cargo para realizar una correcta actividad de prevención e inspección. Así también busca inducir una metodología adecuada para realizar inspecciones y crear conciencia en la manera en que se deben realizar las mismas en los proyectos; aplicando criterios y normas para proponer medidas preventivas o correctivas en los sistemas de drenaje, buscando poder determinar lo más importante como lo es el buen funcionamiento y seguridad de los sistemas de drenaje.

ANTECEDENTES

1.1. Marco histórico

La ciudad de Guatemala se localiza sobre un altiplano, 14°18' latitud norte y 90°31' longitud oeste, que está situado en la división Pacífico – Atlántica de escorrentía de agua, desgarrado por barrancos provocados por las aguas que escurren hacia los valles del Motagua al Norte y Amatitlán al sur; aunque el altiplano forma parte de la división, es una depresión en la cordillera, por lo que está limitada al Este y el Oeste por macizos de mayor elevación. La ciudad nació como resultado del éxodo de los vecinos de la Antigua Guatemala, debido a ello el sistema de drenajes es mayormente del tipo conocido como combinado y de salidas radiales, por estar rodeada de barrancos; este sistema proporciona la solución inmediata para drenar las aguas cloacales y pluviales.

Como se mencionó, la ciudad de Guatemala se encuentra localizada en la divisoria inter–oceánica de aguas, que se encuentra demarcada aproximadamente a lo largo del acueducto colonial “La Aurora”, el boulevard Liberación y la salida de la carretera panamericana, ramal occidental; habiéndose fundado la ciudad al norte de esta divisoria, su crecimiento ha sido hacia el sur, habiéndose traspasado dicha divisoria.

1.1.1. Plan Maestro de Drenajes de la Municipalidad de Guatemala

Esta disposición de aguas cloacales y pluviales es susceptible de ocasionar inconvenientes en temas de salubridad, para ello se planteó el “Plan Maestro de Drenajes de la Municipalidad de Guatemala”, el cual consiste en parte en la construcción de dos colectores madre que, corriendo de sur a norte y paralelamente en los barrancos del oriente y el poniente de la ciudad, se reúnen en un punto determinado al norte de ella y encausan las aguas hacia su disposición final.

1.2. El porqué de una inspección

1.2.1. Importancia

El sistema de drenajes se considera un servicio básico, por ello la cobertura de estas redes en la Ciudad se ha incrementado en relación con la cobertura de las redes de agua potable; esto genera la necesidad tanto de mantenimiento como de verificar el funcionamiento de las obras de alcantarillado.

1.2.2. Costos

En cuanto a costos, la propia inspección podría considerarse como un medio razonable de lograr una mejor administración de recursos, tomando en cuenta que los fondos con que cuenta la empresa provienen únicamente de la tasa de alcantarillado. Al tomar el tiempo y hacer el esfuerzo de inspeccionar de manera periódica, se tiene la oportunidad de corregir problemas potenciales y salvaguardar una futura inversión.

1.2.3. Vida útil

Una clave importante para prolongar la vida útil de construcción en cualquier estructura es contar con un programa planificado de control y mantenimiento preventivo; tal actividad por si sola justifica la realización de programas de inspección. En el caso de sistemas de drenajes, si bien la estructura puede seguir siendo eficaz en su funcionamiento, el monitoreo constante de los caudales y sus cambios es lo que asegura la eficiencia del sistema y la vigencia de la estructura.

2. MARCO GENERAL PARA LA INSPECCIÓN DE COLECTORES

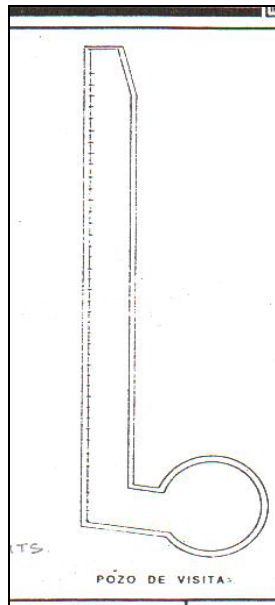
2.1. Definiciones

El Instituto de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), define un espacio confinado (6-2) como “*cualquier espacio el cual, por diseño, tiene limitadas aberturas para entrar y salir*”, bajo este concepto se definirá un sistema de drenaje, en particular sistemas de colectores de sección circular (diámetro interno mínimo de un metro); este concepto también se usará para determinar medidas preventivas y equipo de seguridad adecuado para la inspección.

2.2. Componentes del sistema de drenajes

2.2.1. Pozos de visita

Figura 1. Esquema de pozo de visita



Los pozos de visita son obras accesorias de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección, su uso está destinado también toda vez que la tubería cambie de diámetro o pendiente y en los cruces de dos o más tuberías; debido a lo complejo de su construcción su uso es limitado en la actualidad.

a) Cono de ingreso

Los pozos de visita tienen en su parte superior un cono de reducción para ingreso y una tapa preferentemente de hierro fundido o concreto, con una abertura neta mínima de sesenta centímetros.

Dicho cono descansa sobre las paredes que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro mínimo de un metro cincuenta centímetros a una altura de un metro cincuenta centímetros de la boca del pozo, continuando con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla u otras transiciones del cilindro. (Ver figura no.2)

Figura 2. Dimensiones de cono de ingreso

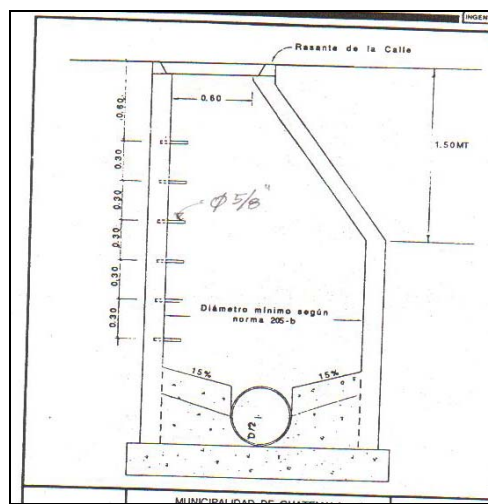


Figura 3. Ingreso a pozo de visita



b) Cilindro

Constituye el elemento principal del registro, su sección por lo regular es circular, su profundidad variable y sus paredes suelen ser construidas de ladrillo de barro cocido cuando son de poca profundidad y de concreto o concreto armado cuando son profundos o sus dimensiones en los diámetros son considerables.

c) Depósito

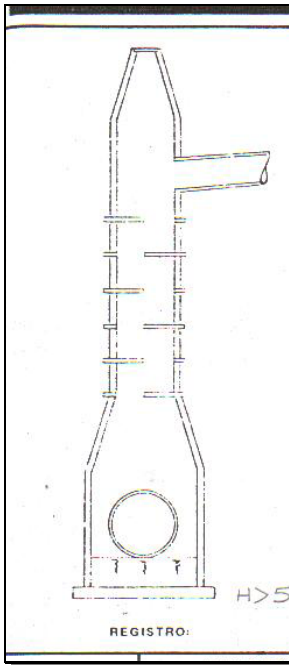
Cuando los pozos llevan caídas se construye un depósito en el fondo del mismo, de altura mínima de treinta centímetros, no se recomienda movilizar personal en estos depósitos debido a que se puede desconocer la profundidad de los mismos; se debe buscar acceder por otro punto que ofrezca mayor seguridad como un pozo o dotar al personal de equipo de sujeción apropiado.

Figura 4. Depósito en pozo de registro



2.2.2. Pozos de registro

Figura 5. Esquema de pozo de registro



Los pozos de registro son usados en conexión con los ramales colectores y los colectores madres, entre otras cosas para salvar diferencias de nivel entre tuberías, dichas diferencias pueden ser considerables por lo cual la movilización de personal a través de estas estructuras debe limitarse únicamente en lo casos en que no existan pozos de visita inmediatos.

2.2.3. Colectores

Son los conductos que colectan las aguas cloacales, pluviales o ambas, provenientes de otros ramales y que los conducen a su disposición final o a otros colectores.

a) Cilindro

Figura 6. Cilindro de túnel colector



Las secciones típicas para los cilindros colectores incluyen la circular, comúnmente usado en la actualidad por sus ventajas hidráulicas y facilidad de diseño; existen otras secciones tales como los rectangulares, forma de herradura y forma de huevo.

b) Derivadores de caudal

Figura 7. Derivador de caudal tipo salto



Cuando se diseñan sistemas de drenaje de tipo combinado, a menudo se contemplan estructuras para descargas periódicas, con el objeto de aliviar a los colectores madre de los enormes caudales que resultan de las precipitaciones en época de lluvia.

Los principales tipos de derivadores son los de salto y derivadores de rebalse, cada uno con estructura y funcionamientos particulares que deben ser tomados en cuenta en la inspección.

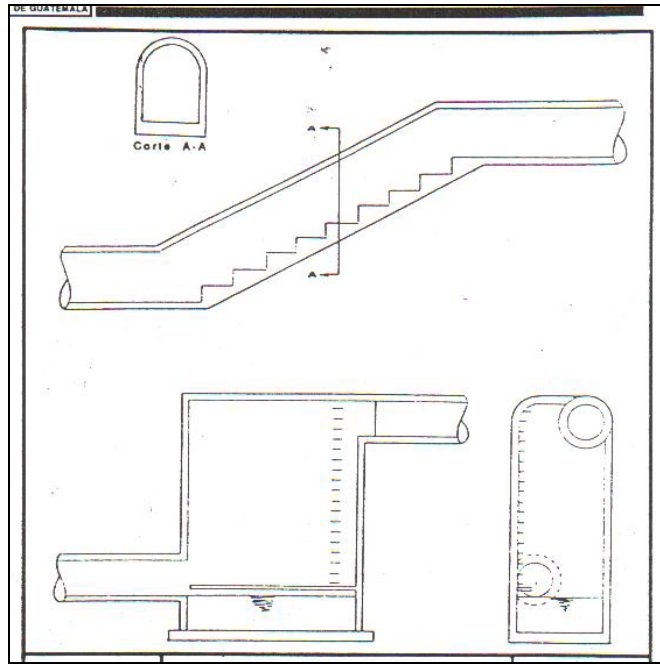
Figura 8. Derivador de caudal tipo rebalse



c) Disipadores de energía

Los criterios para ubicar disipadores de energía en colectores madre varían de un proyecto a otro; si bien se pueden colocar dentro del cilindro del colector, justo antes de la salida del mismo, también existe preferencia por colocarlos fuera del cilindro como parte del sistema de descarga que se detalla mas adelante. La ubicación del disipador determinará en gran medida el procedimiento de ejecución de la inspección, por cuanto la misma podría dificultar el acceso al sistema colector.

Figura 9. Disipadores de energía con gradas y con depósito



Es de hacer notar que la profundidad en los disipadores con depósito en algunos casos puede desconocerse, por lo que no se recomienda moviliza personal en ellos, ya que le película de agua presente en estas estructuras puede no dar indicación de su profundidad.

Figura 10. Disipador de energía con depósito



2.2.4. Descarga

Figura 11. Descarga de colector



La descarga consiste en el punto donde termina el cilindro del colector madre y las aguas residuales que transporta son descargadas al cuerpo receptor. Los elementos principales que componen la descarga se detallan a continuación.

a) Cabezal

Figura 12. Cabezal tipo pared



Esta obra busca proteger el ambiente circundante de la degradación por la posible descarga abrupta de las aguas residuales; así como proteger la descarga de posibles avenidas de agua provenientes del cuerpo receptor.

Figura 13. Degradación en cabezal de descarga



b) Zona de degradación

Figura 14. Zona de degradación



Esta zona queda inmediatamente después de la descarga de aguas negras, la cual aumenta sensiblemente la turbiedad de la corriente. Si en esta sección de la corriente el flujo es lento, tiene lugar la sedimentación de los sólidos suspendidos, creando banco de lodo y erosión de los alrededores que deben ser tomados en cuenta durante la inspección para futuras referencias.

2.3. Esquema de la inspección

2.3.1. Asignación de la unidad ejecutora

La Unidad responsable de los sistemas de drenaje es quien debe efectuar las inspecciones y debe analizar si el tipo de trabajo conlleva algún riesgo y si el personal está capacitado para ello, por lo que es responsable de informar al personal acerca del programa de actividades y seguridad que se debe utilizar y proporcionar el equipo de protección personal adecuado para evitar accidentes.

2.3.2. Análisis de gabinete

Los procedimientos de inspección serán dirigidos a la unidad correspondiente, con el fin de lograr mayor rendimiento, eficiencia y organización del tiempo. Se debe revisar el inventario y los informes de inspección anteriores si existieran, a fin de tomar conocimiento de circunstancias especiales, como daños observados anteriormente o elementos estructurales vistos anteriormente que necesiten una inspección más detallada.

2.3.3. Visita de campo

Se debe tener en cuenta que tanto la inspección como el mantenimiento deben tener en lo posible un carácter preventivo y no correctivo, pero de ser necesario, se debe notificar el daño a la infraestructura que se haya reportado o localizado en la inspección.

2.3.4. Diagnóstico

Un diagnóstico previo genera información para un cuadro más completo del sistema a inspeccionar, buscando respuesta a los siguientes temas:

- Recursos totales necesarios.
- Duración estimada de la inspección.
- Organización y avance de la inspección.
- Reprogramaciones y evaluación final.

2.3.5. Redacción de informe

Localizada la anomalía en el sistema de drenaje se notificará a la unidad correspondiente para seguimiento, haciéndose énfasis en la comunicación que debe existir entre unidades responsables. Una inspección bien documentada es esencial para determinar los requerimientos de mantenimiento y dar recomendaciones prácticas, para corregir las deficiencias o impedir el incremento de éstas; inspecciones regulares deben considerarse como una responsabilidad primordial en el mantenimiento.

2.3.6. Presentación de informe

El informe ilustra el estado del sistema de drenaje, mostrando los detalles y registros técnicos de los daños encontrados, puede incluir descripciones, diagramas y fotografías, precisando la ubicación y su extensión para un futuro seguimiento. El formato se detalla en el anexo II y constituye una herramienta de soporte para efectuar la inspección de un área específica.

3. COMPONENTES DE LA INSPECCIÓN

3.1. Recurso humano

El recurso humano es el elemento de mayor importancia dentro de cualquier unidad, con un personal capacitado y bajo la supervisión adecuada, la inspección tiene alta probabilidad de éxito; la efectiva administración da como resultado un buen funcionamiento.

3.1.1. Rendimiento laboral de los trabajadores

Desde el punto de vista social, la Empresa Municipal de Agua, toma en cuenta los inconvenientes que puede representar el estrés al cual están expuestos los trabajadores y la manera de cómo manejarlo, para que no repercuta en el adecuado rendimiento laboral, logrando así trabajadores sanos mentalmente y con éxito laboral.

3.1.2. Asignación del personal

La asignación de personal para inspección de un colector principal o un colector madre dependerá del equipo y herramienta que se posea, así como del área que se ha de cubrir, del sistema de drenaje que lo conforma y del horario de trabajo.

3.1.3. Carga de trabajo

El trabajo manual puede aumentar el ritmo respiratorio y cardiaco, además, los empleados que laboran en las calles están expuestos a ser agredidos verbalmente, a ser asaltados y amedrentados por personas particulares; situación que provoca que se produzcan diversos niveles de estrés y por ello un posible bajo rendimiento laboral.

3.1.4. Capacitación

Las labores que conllevan la inspección de un sistema de drenajes son a menudo específicas y regularmente están sujetas a controles estrictos de seguridad, por lo que este trabajo requiere conocimiento básico del entorno así como de medidas de prevención, siendo necesario para ello una adecuada capacitación.

3.2. Herramienta

Para realizar las inspecciones, se requiere de herramientas tales como cubetas, carretillas de manos, piochas, palas, barretas, linternas, guantes, cascos, botas, arneses, polipasto, sogas, cables de acero, equipo de comunicación, libretas de campo y señalizaciones. Es de hacer mención que la herramienta especificada es la mínima a utilizar, pudiendo ser implementada con los avances de la tecnología y los recursos económicos que se puedan disponer.

3.3. Marco de madera

Figura 15. Instalación de marco de madera



Como se verá en el capítulo siguiente, un marco constituye uno de los medios más utilizados para acceder a sistemas de drenaje a profundidades considerables como los colectores madre. Siendo utilizada la madera preferentemente por ser de fácil manipulación y por estar disponible en casi cualquier entorno.

3.4. Equipo de seguridad

Figura 16. Equipo de seguridad personal



El equipo de protección personal está diseñado para proteger al trabajador de peligros en su salud y seguridad personal que no pueden ser eliminados de su área de trabajo, debe ser usado por toda persona que se encuentre dentro del área de riesgo.

a) Arnés de seguridad

Existe el riesgo de lesiones por caídas desde cierta altura en pozos de visita y registros, cuando no es posible realizar la inspección a través de otro medio, el uso de arnés de seguridad y su cable deben llenar los siguientes requisitos:

- Limitar la caída a no más de dos metros por medio de un dispositivo de inercia;
- Ser lo suficientemente resistente para sostener el peso del trabajador o la carga;
- Estar sujetos a una estructura sólida, con anclaje firme por encima del lugar donde se trabaja y acostumbrar al personal a usar el arnés de seguridad.

b) Cuerda de seguridad

La cuerda de retención es un complemento del arnés, usado para descenso en pozos de visita y registros, tiene que tener algún mecanismo de anclaje que pueda estar dotado de enclavamiento.

c) Protección respiratoria

Figura 17. Utilización de protección respiratoria



En los colectores principales y colectores madre, además de la probable poca concentración de aire respirable, pueden existir vapores y gases tóxicos, razón por la cual deben usarse mascarillas con filtros mecánicos; es de hacer notar que la duración de una mascarilla está limitada por la duración del filtro.

d) Protección de los pies

Los accidentes en los pies forman parte de los accidentes de trabajo, lo cual hace necesario el uso de zapatos y botas de seguridad para protegerlos de perforaciones o aplastamientos.

e) Protección de la cabeza

Es necesaria la utilización de cascos duros como protección para la cabeza, por el riesgo de que los trabajadores puedan ser lastimados por objetos que puedan caer o donde exista riesgo de choques eléctricos.

f) Protección de las manos

Con las manos el hombre sujeta sus herramientas y objetos que debe manipular, es decir, que las manos son las partes más vulnerables del cuerpo. La forma más común de proteger las manos es utilizar guantes, los cuales deben ser confortables en la forma y en el material, además de ser eficaces en la resistencia a los agentes externos.

4. MARCO DE MADERA

4.1. Descripción

Figura 18. Caseta y marco de madera



El marco de madera constituye un medio práctico para acceder a pozos de alturas considerables (mayores de tres metros), su función es brindar un apoyo físico en el cual se puede implementar un cable (metal, nylon, etc.), que permita el movimiento vertical de una forma libre, eficiente y segura a través del pozo.

4.2. Componentes

a) Madera

La madera es usada en marcos para transporte de personal y materiales en pozos; su amplio uso está basado en su flexibilidad, resistencia y sencillez de su armadura.

Sin embargo, las medidas de la misma varían y esto provoca que en ocasiones se use madera de poca capacidad en relación al peso y tensión de la cuerda o cable, a continuación se dan medidas mínimas de los principales elementos de un marco.

Tabla I. Medidas mínimas de madera para marcos

Prof. Registro (mts.)	Poste (plg.)	Travesaño (plg.)	Num. Travesaños
1 – 5	3 x 3	3 x 3	1
5 – 15	4 x 3	4 x 3	1
15 – 40	4 x 4	4 x 4	1
40 – 50	6 x 6	6 x 6	1
50 – 65	6 x 6	6 x 6	2

b) Cable

Se deben utilizar cables que tengan especificaciones de la carga de trabajo, preferentemente deben ser nuevos en lo posible, sin uniones y principalmente que las fibras del mismo sean enrollados o trenzados, pues esto genera mayor resistencia elástica para movilizar grandes pesos. El cable puede ser de acero galvanizado o de persoga (soga de cáñamo, yute o fibras sintéticas), la decisión de que tipo de cable se utilizará debe ser tomada en base principalmente a la capacidad de carga y condiciones de trabajo especificadas por el fabricante.

Cable acerado

Las características dimensionales de los cables de acero galvanizado se ajustarán a las dimensiones establecidas en los apartados siete y nueve de la norma ASTM A363, cuyos diámetros más utilizados en marcos de madera se indican en la siguiente tabla. Estas medidas pueden ser similares para persogas, dependiendo de las especificaciones del fabricante.

Tabla II. Medidas utilizadas para cable acerado

Cable de acero galvanizado	3/8"	1/2"
Sección (mm ²)	51.1	96.5
N° alambres	7	7
Diámetro nominal del alambre (mm)	3.05	4.19
Diámetro nominal del cable (mm)	9.52	12.7
Sentido del cableado	Izquierdas	Izquierdas
relación de cableado	≤ 16	≤ 16

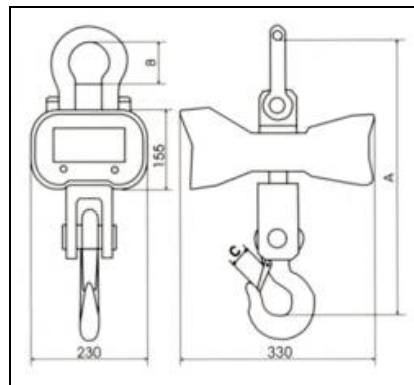
Figura 19. Torno manual con persoga



c) Gancho

Los ganchos de acero son utilizados para sujetar la polea o garrucha al marco de madera, se deben recubrir los cantos y bordes cortantes de la carga para protección del personal y verificar que los pernos de las argollas estén en posición correcta.

Figura 20. Dimensiones mínimas para gancho en marcos de madera



Medida	(mm)
A	1000
B	200
C	150

d) Garrucha

La garrucha es una polea de acero galvanizado, sin mecanismo de engranaje, sobre el cual se desliza el cable, las medidas mínimas de la garrucha pueden similares al gancho de sujeción descrito anteriormente.

e) Instalación

Las superficies donde se colocaran marcos serán taludes en laderas (suelo) y vías de comunicación (carreteras y/o caminos peatonales) con algún recubrimiento en su superficie. En todo caso es necesaria la excavación de orificios para asentar los párales verticales del marco a la profundidad necesaria (cuarenta centímetros mínimos), así como los rigidizantes necesarios para la estabilidad del mismo; este proceso puede conllevar en algunos casos alteración, remoción de material y obstrucción parcial de la vía pública.

f) Remoción

La remoción del marco debe hacerse en cuanto cumpla su función y no sea ya necesario, debe contemplarse la reparación de la cinta asfáltica, banquetas, bordillos y superficies afectadas por la colocación del marco.

4.3. Maquinaria

Ésta se delimita al elemento mecánico que provee la fuerza motriz necesaria para movilizar verticalmente tanto al personal como a los materiales dentro del cilindro del pozo de visita o registro a alturas mayores de tres metros.

a) Torno

El torno manual es el elemento más común para proporcionar fuerza mecánica y movilizar personal y material dentro de pozos de visita o registro. Se ha utilizado torno manual para profundidades de hasta cuarenta metros, pero su utilización debe evaluarse con especial atención a la seguridad del personal y al espacio disponible.

Figura 21. Torno para marco de madera



b) Vehículo

Este medio mecánico es recomendable para profundidades considerables en pozos de visita y registros, por ser más confiable para mantener la fuerza necesaria para el trabajo, aunque su uso está limitado al área disponible para el desplazamiento del vehículo; básicamente en un vehículo automotor que recorre una distancia sobre la vía para descender y ascender al personal y materiales dentro del cilindro vertical del pozo.

Si bien los vehículos deben estar en perfectas condiciones, se deben contemplar posibles desperfectos en los vehículos, en especial en lo que respecta al sistema de frenos, por lo que el área destinada debe ser amplia para sacar los vehículos averiados de la zona de circulación.

Figura 22. Utilización de vehículo como fuerza mecánica



a) Grúa de brazo móvil

Las grúas utilizadas para inspección por lo general constan de un brazo móvil accionado por combustible fósil o por electricidad, el cual se asienta en el terreno circundante al ingreso del pozo o en plataformas móviles; es más conveniente en cuanto a su manipulación en espacios reducidos o de difícil circulación, pero su utilización debe ser más cuidadosa, por cuanto la forma en que quede anclado a la superficie será vital para evitar accidentes.

5. SEGURIDAD

5.1. Principios fundamentales

La seguridad es una disciplina que se enfoca en el uso de equipo de protección, el orden y la limpieza, los accidentes de trabajo son provocados por la mala utilización del equipo de seguridad o a la carencia de éste. El equipo de protección personal tiene un papel fundamental, pues las condiciones de trabajo en los colectores madre son tales que a pesar de las medidas preventivas que se adopten en la planificación, es necesario equipo de protección sin el cual es difícil que se eviten accidentes.

5.1.1. Principio de ergonomía

La ergonomía o Ingeniería humana es la interrelación entre el trabajador, el puesto y el ambiente de trabajo; consiste en adaptar el trabajo al trabajador, la ergonomía desempeña un papel importante en la humanización del trabajo, en una buena inspección y en el mejoramiento de la seguridad y el bienestar.

5.1.2. Principio de planificación y administración

Se deben tomar las medidas preventivas necesarias en la obra a inspeccionar, tales como la planificación y administración para optimizar los métodos.

El trabajador está obligado a cumplir con las normas de seguridad, indicaciones e instrucciones que tengan por finalidad protegerle en su vida, salud e integridad corporal¹.

5.2. Procedimientos

A continuación se plantean una serie de procedimientos, medidas preventivas y recomendaciones importantes, obtenidas en parte de datos recolectados a través de entrevistas y dentro del medio de la construcción, dado que no se encontró información en normas guatemaltecas propiamente.

a) Plan y disposición de la obra

La mala distribución y descuido es motivo de muchos accidentes que resultan de la caída de materiales y colisiones de los trabajadores entre si o con la herramienta y el equipo, el espacio reducido dentro de los colectores madre es casi siempre el principal factor. La planificación adecuada por parte de la supervisión constituye parte esencial de la preparación y factor del funcionamiento eficiente y debe considerar lo siguiente:

- La secuencia u orden en que se llevarán a cabo las tareas y operaciones;
- Los accesos de los trabajadores al colector y a sus zonas circundantes;
- Los congestionamientos de tránsito son perjudiciales para la seguridad de los trabajadores, sobre todo por la impaciencia de los conductores;
- Se debe contar con luz artificial en los colectores o cuando la inspección debe realizarse de noche;

¹ Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Guatemala. Diciembre de 1957.

- La obra a inspeccionar debe cercarse para impedir el acceso de personas no autorizadas, niños en especial y para proteger al público de riesgos;
- Si dos o más personas están realizando la inspección, una de ellas debe dar las instrucciones para que puedan funcionar como equipo.

b) Orden en la obra

Se debe prestar atención al orden de la inspección, ocurren accidentes al tropezar, resbalar o caer sobre materiales y equipo que han sido dejados en el camino y al pisar clavos que sobresalen de la madera utilizada.

c) Excavaciones

Como se vera más adelante, en caso de movimiento de tierra debe tomarse precaución ante derrumbes, una persona sepultada bajo un metro cúbico de tierra no podrá respirar debido a la presión sobre su pecho, pues esa cantidad de tierra pesa más de una tonelada.

d) Iluminación

El dar al personal un ambiente igual a donde existe la luz del sol es importante, porque aparte de la comodidad que lo anterior produce, ayuda a mejorar el rendimiento del personal y es una magnifica medida de seguridad. El alumbrado es siempre necesario en los sitios donde la luz natural es escasa, como en los puntos de acceso y en los pozos de visita o registro. La iluminación recomendada para colectores madre es de 3.2 lux por metro cuadrado en puntos de trabajo y en el resto del cilindro o registro no debe bajar de medio lux por metro cuadrado.

Deben colocarse los focos de luz de manera que no proyecten sombras muy marcadas, que oculten riesgos que serían claramente visibles con buena iluminación. Las luces deben estar lo más alto posible, para no encandilar y para que los trabajadores no hagan sombra sobre el trabajo que realizan.

e) Uso de escaleras

Según el tipo de sistema de drenaje, el uso de escaleras puede ser una alternativa viable; pero primero debe plantearse es si es más seguro realizar la inspección con otra clase de equipo.

f) Protección de la cabeza

Los objetos que caen, las cargas izadas por el torno y los ángulos sobresalientes se pueden dar en todo lugar, una herramienta o un tornillo que cae de diez o veinte metros de altura puede causar lesiones graves, hasta la muerte, si golpea a una persona en la cabeza desnuda. Los cascos de seguridad resguardan la cabeza efectivamente contra la mayoría de esos riesgos y es preciso usar casco constantemente durante la inspección, se debe recordar que el casco de seguridad protege solo si se lleva puesto.

5.3. Seguridad vial

a) Aplicación

A menudo, el ingreso a los pozos de visita o registro se ejecuta en la vía pública, siendo necesario en algunos casos mediar con las autoridades respectivas para el mejor desempeño en las actividades y tomar en consideración lo siguiente:

- Todo mecanismo de control de tránsito puede representar para el conductor una situación poco usual y ajena.
- El movimiento del tránsito debe ser restringido al mínimo como sea práctico.
- El tiempo de la inspección debe ser minimizado para disminuir peligros potenciales.
- Las señales con banderolas deben ser empleados solamente cuando los otros métodos sean inadecuados para advertir y guiar a los conductores.
- Se debe realizar una evaluación de todos los accidentes ocurridos dentro de la zona de trabajo.

b) Responsabilidad

Todas las unidades encargadas de realizar inspecciones que afecten el tránsito, tendrán la obligación de instalar un mínimo de señales necesarias para proteger, informar y guiar al usuario en sus desplazamientos, a fin de disminuir en lo posible las molestias.

Figura 23. Señalización en vía pública



c) Color

Figura 24. Uso del color en señalización nocturna



La gran notoriedad del color naranja o amarillo fluorescente provee una mayor seguridad adicional, produciendo un alto impacto visual en las áreas peligrosas y con poca iluminación.

d) Banderilleros

Son responsables por la seguridad humana y hacen el mayor contacto con el público, deben ser ubicados suficientemente lejos del avance del sitio de ingreso al pozo de visita o registro, de manera que al aproximarse el tránsito tenga la suficiente distancia para reducir la velocidad antes de ingresar al área de trabajo.

5.4. Seguridad del personal

Figura 25. Seguridad personal como prioridad



La seguridad en el trabajo es el conjunto de acciones que permiten localizar y evaluar los riesgos y establecer las medidas para prevenir los accidentes de trabajo¹; cuando se presenta un accidente intervienen varios factores como causas directas de los mismos, estos factores pueden clasificarse en dos grupos:

- a) Condiciones inseguras; que se refieren al grado de inseguridad que pueden tener los lugares de trabajo, la maquinaria, los equipos, las herramientas y los puntos de operación.
- b) Actos inseguros: son toda causa humana que provoca la situación de riesgo para que se produzca el accidente. Esta acción conlleva el incumplimiento de algún método o norma de seguridad, explícita o bien implícita, que provoca el accidente.

¹ Formación sociocultural II. Manual de asignatura. Lic. Gustavo Morales Oropeza. Universidad Tecnológica de Puebla. Programa 2004.

5.4.1. Seguridad en pozos de visita y registro

Las siguientes precauciones son esenciales antes de entrar a un espacio cerrado como lo es un pozo de visita o registro para realizar la inspección:

- No entrar sin conocimiento del supervisor o encargado de la inspección.
- Siempre se deben usar guantes para protegerse las manos.
- Deben haber al menos dos personas presentes cuando se realiza la inspección, una de ellas se quedará afuera para hacer guardia y ofrecer ayuda o rescate.

5.4.2. Seguridad en colectores

Siendo el colector un espacio cerrado, se dan las siguientes consideraciones:

- Procurar la ventilación del sistema destapando los pozos inmediatos al punto de inspección.
- Se debe establecer un procedimiento adecuado de rescate en emergencias.
- Obtener instrucciones de una persona especializada en el uso del equipo de seguridad y rescate.
- Verificar el caudal existente en los colectores antes de la inspección, especialmente en los de tipo combinado, ya que éstos transportan un gran caudal en época de lluvia, lo que en muchos casos imposibilita el ingreso seguro de personal. Ante esto se recomienda realizar las inspecciones en época de estiaje y de preferencia en horas de la madrugada, cuando el caudal es mínimo.

5.4.3. Seguridad en descargas

En el caso de las descargas de los colectores, se presentan dos consideraciones en seguridad, una es la posibilidad de derrumbes (tema que se trató con anterioridad) y la otra es la de inundaciones por el tipo de servicio.

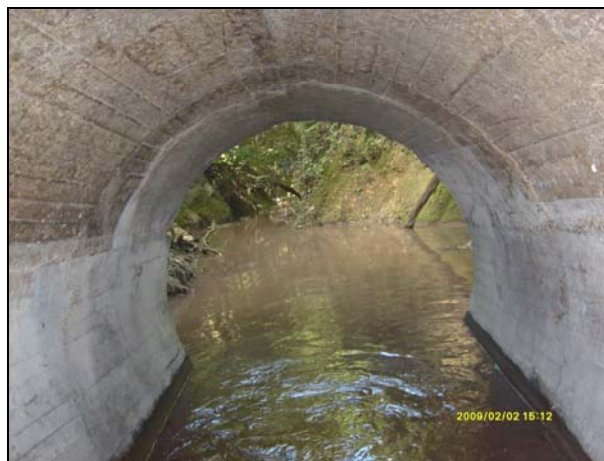
a) Derrumbe

Las descargas de los colectores están ubicadas por lo regular en zonas de difícil acceso como barrancos o depresiones considerables en el terreno, susceptibles a derrumbes; para la inspección en este caso se recomienda:

- Utilizar cuerda de seguridad en taludes o en terrenos de difícil acceso.
- Tener palas y/o maquinaria disponibles para remover rápidamente el material.
- En caso de accidente llamar a los bomberos y avisar a la unidad respectiva.

b) Inundación

Figura 26. Inundación de colector



El colector transporta un considerable caudal, especialmente en época de lluvia, por lo cual existe la posibilidad de inundación local al momento de la inspección, ante lo cual se recomienda:

- Tener a la mano el arnés o cuerda para sujetar al personal.
- Si el volumen de agua es considerable, se debe buscar un lugar seguro.
- Mantener la calma y dar a aviso a la unidad y entidades de socorro.

6. GUÍA DE OPERACIONES

6.1. Instalaciones preliminares

De ser necesario y dependiendo de las condiciones en que se encuentren las instalaciones a inspeccionar, se realizarán obras preliminares como construcción de marcos de madera para descenso en pozos de visita o registro y estibaciones en cilindros colectores y pozos con riesgo de derrumbes.

6.2. Elementos de inspección en pozos de visita y registro

Controlar al máximo la presencia de agua en los alrededores, pues los factores de inestabilidad en las paredes de pozos se deben al aumento de la presión de los poros, reducción de la cohesión y aumento de la plasticidad de los materiales, que únicamente el agua puede lograr.

6.2.1. Obra civil

Figura 27. Obra civil en laderas



De ser necesario debe considerarse el sobrepeso de taludes o construcciones vecinas a una distancia de veinte metros o menos de la orilla de pozos, ya que estas construcciones pueden contribuir a la inestabilidad del suelo alrededor de los mismos.

6.2.2. Infiltraciones

Figura 28. Infiltraciones en pozo de registro



Las filtraciones, tanto en pozos como en cilindros colectores, ocurrirán principalmente en las juntas de unión entre cada sección del cilindro, independientemente del material que se use (tubería de cemento o concreto colocado in situ); siendo las más notorias los flujos hacia el interior del cilindro (infiltraciones).

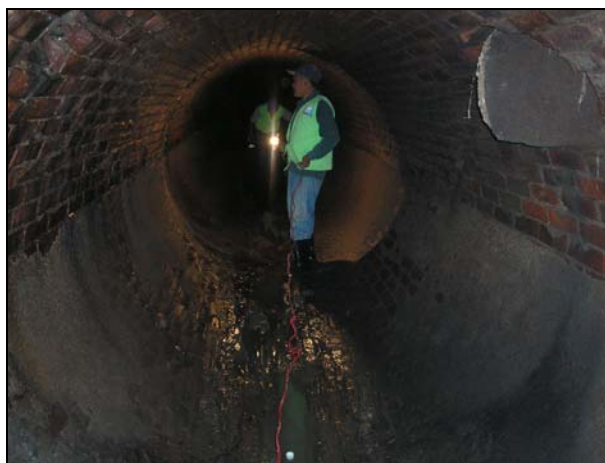
6.2.3. Obstrucciones

Aunque de escasa ocurrencia, los pozos pueden obstruirse por sólidos o vegetación, especialmente si las tapaderas de los mismos están colocadas incorrectamente.

6.3. Elementos de inspección en colectores

A pesar de todos los cuidados aportados a la construcción del cilindro del colector, y fuera del caso de los de hormigón vibrado, si no se toman precauciones especiales, suele ser difícil obtener un revestimiento hermético que evite las filtraciones.

Figura 29. Revestimiento en cilindro de colector



En principio y aunque resulte obvio, el cilindro del colector debe estar recubierto siempre; ya sea éste de hormigón, hormigón armado o en algunos casos de mampostería.

6.3.1. Obra civil

Dentro del trabajo de gabinete se debe recabar información existente para detectar obras complementarias existentes en el sistema, como drenajes franceses o sub. – drenajes que también deben ser tomados en cuenta en la inspección de ser posible.

6.3.2. Infiltraciones

Figura 30. Infiltraciones en túnel colector



Debe tomarse en cuenta que, parte de los colectores actualmente en funcionamiento se construyeron a profundidades en las cuales existe capa freática; por ello la existencia de filtraciones a los largo del recorrido resultarán obvias y deben detectarse.

6.3.3. Obstrucciones

Las obstrucciones en el cilindro de un colector madre en funcionamiento son prácticamente nulas, debido al caudal considerable que transporta; éstas pueden darse en colectores sin servicio, de poco caudal o en situaciones de emergencia.

Figura 31. Obstrucciones en túnel colector



6.3.4. Asentamientos

Figura 32. Asentamiento en túnel colector



Se debe prestar especial atención en la revisión y diagnóstico del estado de los cilindros del colector después de la ocurrencia de sismos, crecidas hidrológicas o cualquier evento que pueda afectar la estabilidad de estas estructuras.

6.3.5. Desgaste de piso

Éste es por lo general el mayor problema estructural en los colectores, provocado por la erosión del caudal transportado a través del tiempo, sin embargo, su detección es difícil por el mismo caudal que corre en el cilindro, para ello deben contemplarse inspecciones en horas de caudal mínimo o planificar la posible desviación temporal.

Figura 33. Desgaste en piso de colector



6.4. Elementos de inspección en descargas

6.4.1. Descarga

El deterioro causado por los agentes naturales es común en todas las obras de la Ingeniería Civil, los fenómenos como lluvias torrenciales, sismos, colisiones o impactos, producen asentamientos, erosiones, socavaciones, etc., que deben evaluarse.

Figura 34. Descarga en cuerpo receptor



6.4.2. Contenido

Los vertidos de aguas cloacales y pluviales pueden constituir una fuente de contaminación de medios acuáticos en forma de eutrofización. Debe contemplarse su futura remoción por la unidad correspondiente a sitios en donde no representen problemas de carácter ecológico o problemas inminentes a los sistemas de drenaje.

Figura 35. Contaminación de efluentes



6.4.3. Gradación de alrededores

Figura 36. Gradación en entorno de la obra



El proceso de gradación puede ocasionar desprendimientos de material o hundimientos, en cuyo caso es preciso desviar las aguas servidas fuera del área de hundimiento, ya que el exceso de agua, contribuiría a la desestabilización de taludes.

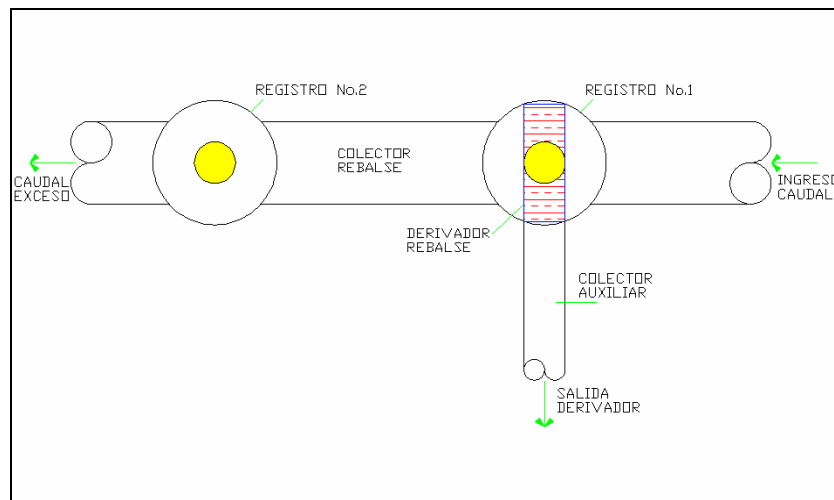
7. EJEMPLOS PRÁCTICOS

7.1. Inspección de derivador de caudal.

Descripción del sistema

La obra en mención consiste en un derivador de caudal tipo salto, ubicado en un tramo del colector madre, de diámetro interno de cuatro metros, dos pozos de registro de diámetro interno de metro cincuenta centímetros y un colector auxiliar de rebalse de diámetro interno de un metro para el derivador, que forma parte de un sistema de drenaje del tipo conocido como combinado.

Figura 37. Esquema del sistema de drenaje con dissipador



Este sistema está diseñado para distribuir crecidas debido a precipitaciones pluviales según se muestra en la figura 37. En época de estiaje el caudal sanitario es drenado del derivador al colector auxiliar, siendo en época de lluvia que el caudal excedente es drenado por el colector de rebalse hasta su descarga al cuerpo receptor.

Antecedentes

La anomalía se detectó a raíz de que en época de lluvia, los domiciliarios de las viviendas contiguas al tramo en mención presentaban inundaciones. En inspecciones previas se observó que el derivador ubicado en el pozo de registro 1 estaba obstruido; ante esta situación se programó una nueva inspección para detectar la falla con más detalle y definir si el alivio del caudal de exceso presentaba problemas y si la obstrucción del derivador era la causa de las inundaciones aledañas.

Figura 38. Inundación en registros durante una inspección de un derivador de caudal



Ingreso

En la planificación de esta nueva inspección se tomó la decisión de usar marco de madera y torno para ingresar al cilindro del colector a través del pozo de registro 1 ubicado sobre el derivador. Dicha decisión se tomó con base a la profundidad del registro en mención, que en este caso era de cinco metros, dicha profundidad no hacía viable la utilización de escalera, así mismo el caudal que transporta el colector podría provocar volteo de cualquier elemento que se asentara en el piso del colector.

Figura 39. Instalación de marco de madera para inspección



Seguridad personal

Para el marco de madera se uso torno manual para la movilización vertical del personal y herramienta. Se usaron cuerdas de sujeción y de seguridad para el personal que descendió a través del registro así como el empleo de guantes para las manos.

Figura 40. Manipulación de rejilla de derivador de caudal



Actividades complementarias

Una vez realizadas las instalaciones preliminares (marco de madera y torno), en cuanto el caudal permitió un descenso seguro, el personal inspeccionó la parte baja del registro, buscando el derivador justo debajo del cilindro del registro. El derivador en este caso tiene una rejilla metálica para impedir el paso de sólidos de tamaño considerable. La remoción de la rejilla antes mencionada se dificultó debido a la cantidad de materia sólida depositada en ella y al uso continuo del sistema; razón por la cual se dispuso la utilización de un polipasto sujetado al marco de madera para la remoción de la rejilla.

Elementos inspeccionados

Una vez removida la rejilla y así también la obstrucción, se procedió a la inspección visual tanto del dissipador como del cilindro del colector. En la misma se pudo constatar que, si bien la estructura del dissipador no presentaba daños estructurales de consideración, el cilindro del colector auxiliar del derivador presenta acumulación de sedimentos, debido probablemente al poco caudal que circulaba por el mismo ante la obstrucción de la rejilla de ingreso al derivador.

Figura 41. Asolvamiento de colector auxiliar al derivador de caudal



Recomendaciones

Los sedimentos mencionados en el inciso anterior serán removidos por el mismo caudal que circulará proveniente del dissipador; por lo que las recomendaciones se circunscriben únicamente a un plan periódico de mantenimiento y remoción de sólidos de la rejilla del dissipador.

Toma de datos y análisis del sistema

Usando el cuadro para toma de datos en la inspección presentado en el anexo II, y tomando como base los criterios contenidos en el cuadro de condición global del sistema de drenaje del anexo I, se procedió a la toma de datos de la siguiente manera:

Nombre de la inspección: derivador SD04-94

Lugar de la inspección: zona 3

Fecha: septiembre de 2009

Unidad: Supervisión de alcantarillados

NO.	COMPONENTE	CANTIDAD	UNIDAD	CALIFICACIÓN						OBSERVACIONES
				0	1	2	3	4	5	
1	Registro 1	5	M.I.						X	Tapadera existente
2	Registro 2	4.5	M.I.						X	Tapadera existente
3	Dissipador de energía	1	Unidad					X		Rejilla con desgaste
4	Cilindro colector	20	M.I.				X			Perdida recubrimiento
5	Entorno circundante	1	Global			X				Acumulación basura

7.2. Inspección emergente del hundimiento en la zona seis.

Descripción del evento

Esta inspección formó parte de las actividades de carácter emergente que se sucedieron a partir del hundimiento de un pozo de registro en la zona seis de la capital, en febrero del dos mil siete, dicho hundimiento tenía una forma aproximadamente cilíndrica de veinte y cinco metros de diámetro en la superficie y sesenta metros de profundidad.

Figura 42. Vista interior de hundimiento durante ingreso de personal



Ingreso

Debido a la magnitud del problema, a las dimensiones del hundimiento y al riesgo que implicaba acceder a través de las descargas de los colectores, el ingreso al lugar se efectuó directamente, utilizándose para ello una grúa de gran capacidad y canastas mecánicas para descender hasta el fondo del hundimiento.

Figura 43. Uso de grúa de gran capacidad



Seguridad personal

Como puede observarse en las figuras 42 y 43, el equipo de seguridad personal utilizado consistió en cascos, arneses y sogas de seguridad para el personal que se movilizó a través de la grúa por el hundimiento.

Figura 44. Uso de canasta metálica en inspección emergente en zona 6



Figura 45. Ingreso a hundimiento utilizando grúa de gran capacidad



Actividades complementarias

Como parte de las actividades emergentes, junto con la inspección en la zona del hundimiento, se programaron inspecciones en los colectores madre tanto afluentes como efluentes al mismo, para un diagnóstico más profundo de todo el sistema de drenaje de los alrededores.

Figura 46. Equipo y herramienta utilizados durante inspección de registros



Ventilación del sistema

Debido a los constantes ingresos a registros cercanos al hundimiento, y como medida de precaución ante la posible presencia de gases tóxicos en el sistema de drenaje, se procedió a la remoción de tapaderas en registros y pozos de visita aledaños al sector afectado; con ello se provee una ventilación natural del sistema por diferencia de presiones entre la superficie y los colectores madre, y la acumulación de gases nocivos al personal.

Figura 47. Remoción de tapaderas para favorecer la ventilación del sistema



Recomendaciones

Se sugiere utilizar métodos geofísicos para evaluar la existencia de oquedades en todo el sistema de colectores madre de la ciudad, ya que las condiciones que originaron esta anomalía podrían repetirse en otros lugares.

7.3. Inspección en descarga de colector.

Descripción del sistema

Esta inspección se llevó a cabo en una de las descargas localizadas en el oriente de la ciudad Capital y forma parte del monitoreo y mantenimiento del sistema de colectores madre, producto de los sucesos acaecidos en la zona seis de la capital.

Ingreso

Figura 48. Ingreso de personal en descarga de colector principal



La forma de ingreso se determinó en base a la información de gabinete y en inspecciones previas, llegándose a la decisión de ingresar directamente por la descarga de dicho colector por ser el terreno circundante accesible, además, el tirante de agua en el colector en la época del año en que se realizó la inspección, permitía un acceso seguro del personal.

Seguridad personal

Tomando en consideración que el tirante de aguas servidas, de aproximadamente cuarenta centímetros de profundidad, representa un volumen de líquido considerable, y por tanto, una cantidad de energía cinética capaz de provocar empuje con los objetos con que tengan contacto, incluyendo al personal que ingresará al cilindro del colector; razón por la cual no es recomendable caminar directamente sobre el tirante de agua, teniendo que realizarse la movilización a los costados del piso del colector que esté libre del caudal referido.

Elementos inspeccionados

Descarga. Se observó la presencia de materiales, escombros y basura en la zona de degradación inmediata a la salida del cilindro del colector; dichos elementos pueden en el futuro ocasionar degradación del entorno circundante, por lo que su tratamiento debe ser tomado en cuenta en corto plazo.

Figura 49. Gradación de alrededores de descarga de colector



Infiltraciones. En el tramo comprendido de la descarga del colector hacia la ubicación del primer pozo de registro del sistema se localizaron puntos de infiltración de aguas freáticas.

Asentamientos. En el referido tramo se localizó también una falla en el cilindro, consistente en grietas de longitud considerable entre el piso y el techo del cilindro; dicha falla tenía separación aproximada de medio centímetro. Este comportamiento puede deberse a un posible asentamiento de la parte inferior del colector sobre el suelo de cimentación.

Corte. Así mismo se observan en algunos puntos del cilindro fallas estructurales por corte, probablemente por las mismas causas de los asentamientos.

Figura 50. Detección de infiltraciones en colector de diámetro de 4 mts.



Recomendaciones

Se recomienda a la unidad respectiva la impermeabilización de las infiltraciones detectadas, así como la consultoría con personal capacitado para la reparación de las fallas y grietas observadas

Toma de datos y análisis del sistema

Usando el cuadro para toma de datos en la inspección presentado en el anexo II, y tomando como base los criterios contenidos en el cuadro de condición global del sistema de drenaje del anexo I, se procedió a la toma de datos de la siguiente manera:

Nombre de la Inspección: descarga de colector madre

Lugar de la inspección: zona 6, Capital

Fecha: octubre de 2009

Unidad: Supervisión de alcantarillados

NO.	COMPONENTE	CANTIDAD	UNIDAD	CALIFICACIÓN						OBSERVACIONES
				0	1	2	3	4	5	
1	Descarga de colector madre	1	Unidad					X		Deterioro menor
2	Registro 1	20	M.I.				X			Grietas menores
3	Cilindro colector	300	M.I.				X			Asentamientos
4	Zona de degradación	1	Global					X		Acumulación de sólidos
5	Entorno circundante	1	Global						X	Sin deterioro

7.4. Inspección en disipador de energía.

Descripción del sistema

La actividad en mención consistió en la inspección de un sistema de disipación de energía, en la descarga de un colector madre, ubicado en el sector oriente de la ciudad Capital, dicho disipador de energía consta de un conjunto de dos gradas disipadoras, de concreto reforzado, cuya función es restar energía potencial al caudal de agua servida y pluvial, del nivel de descarga del colector hasta la cota inferior donde se ubica el cuerpo receptor.

Figura 51. Vista frontal del disipador energía en descarga de colector



Ingreso

El acceso a dicha estructura se realizó de manera directa a través de los senderos adyacentes al punto de inspección, siendo necesario solamente equipo personal mínimo; como las condiciones climatológicas permitían un ingreso seguro, no se requirió de sistemas de sujeción para el descenso al lugar.

Elementos a inspeccionar

Erosión. Se pudo apreciar por medio de inspección visual, efectos considerables de erosión y socavación en la estructura en la grada inferior, producto de la abrasión por el paso y caída constante del fluido sobre la estructura.

Figura 52. Vista lateral de gradas de dissipador con evidencias de erosión



Falla. Asimismo, la grada en mención presenta falla estructural debido al colapso o caída de una parte del piso y pared de la misma, producto también de la erosión y peso del fluido sobre dicho asiento.

Figura 53. Falla de sección de piso por erosión en dissipador de energía



Oquedades. En la grada inferior se aprecian espacios vacíos debido a la pérdida de protección por la pérdida parcial de las paredes de la misma

Figura 54. Oquedad en base de grada inferior de dissipador de energía



Toma de datos y análisis del sistema

Usando el cuadro para toma de datos en la inspección presentado en el anexo II, y tomando como base los criterios contenidos en el cuadro de condición global del sistema de drenaje del anexo I, se procedió a la toma de datos de la siguiente manera:

Nombre de la Inspección: dissipador SDE16-96

Lugar de la inspección: ciudad Capital

Fecha: noviembre de 2009

Unidad: Supervisión de Alcantarillados

NO.	COMPONENTE	CANTIDAD	UNIDAD	CALIFICACIÓN						OBSERVACIONES
				0	1	2	3	4	5	
1	Grada dissipadora superior	1	Unidad						X	-----
2	Grada dissipadora inferior	1	Unidad			X				Socavación en base
3	Cabezal de descarga	1	Unidad						X	-----
4	Zona de degradación	1	Global					X		Erosión apreciable
5	Entorno circundante	1	Global					X		Vegetación abundante

CONCLUSIONES

1. Se debe plantear por parte de la unidad de Supervisión de Alcantarillado, la implementación de un manual de técnicas y métodos de trabajo para la supervisión, mantenimiento e inspección de sistemas de drenaje, en especial los grandes colectores madre comprendidos dentro de la ciudad.
2. Con la elaboración del manual antes referido, se debe buscar también la estandarización en los métodos de trabajo para la inspección de sistemas de drenaje, buscando la implementación de un grupo de trabajo suficientemente profesional y capacitado para responder a cualquier tipo de inspección.
3. Se debe buscar que esta guía proporcione a la unidad responsable de una inspección soluciones fáciles, factibles, medibles, económicas y seguras para el personal que realizan inspecciones en sistemas de colectores.
4. Se debe implementar la recopilación gradual de información sobre nuevas inspecciones y su debida documentación, así como nuevos conocimientos y experiencias de personas relacionadas al tema para la actualización y renovación continua de la presente guía.
5. Dentro de la empresa, el responsable de efectuar inspecciones de campo a sistemas de alcantarillado debe ser la unidad encargada de supervisión de drenajes.

6. Crear una base documentada de normas de seguridad para promover la conciencia y precauciones básicas para una correcta inspección y salvaguarda de todas las personas.

RECOMENDACIONES

1. Elaborar un documento de inspección de bolsillo para entregar al contratista o ejecutor de la obra, en donde se proporcionen normas mínimas de seguridad, así como elementos que se tomarán en cuenta al momento de la inspección de la obra.
2. Promover la implementación de medidas de seguridad y proporcionar capacitación constante al personal encargado del mantenimiento, supervisión e inspección de sistemas de drenajes, incentivando así el comportamiento preventivo y desalentar los actos inseguros.
3. En caso de la inexistencia de un ente responsable de inspección y mantenimiento de sistemas de alcantarillado, se deben coordinar las acciones necesarias por parte de la empresa para la creación de la misma.
4. Debe tomarse en cuenta que las medidas de seguridad y especificaciones mencionadas en el presente trabajo son las mínimas que deben tomarse, ya que si se cuenta con más recursos se pueden incluir por ejemplo cámaras, equipo de oxígeno y todo lo que en ese momento pueda proporcionar la tecnología y los avances en la construcción.
5. Se debe tener conciencia de las medidas mínimas de seguridad y equipo no es lo único que puede implementarse en una inspección, por ejemplo, los requerimientos ante la presencia de gases nocivos en los sistemas de drenaje podrían ampliarse en otro trabajo de graduación ya que este tema es amplio en si mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. **DONIS GÓMEZ**, Alelí Betzabé. Higiene y seguridad en obra civil en la ciudad de Guatemala, y legislación aplicable. Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, agosto de 2008.
2. **GIRÓN ALVARADO**. Alma Patricia. Elementos estresores que afectan el desempeño laboral de los trabajadores de la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala EMPAGUA. Trabajo de graduación, Escuela de Ciencias Psicológicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, agosto de 2,004.
3. **GÓMEZ CRUZ**. Edwin Heriberto. Guía para la elaboración de un manual de operaciones y mantenimiento de un centro comercial. Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994.
4. **ICAP**. Elaboración y usos de manuales administrativos. San José, Costa Rica. Segunda impresión, junio 1967.
5. **MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA**. Reglamento para diseño y construcción de drenajes. Dirección de aguas y drenajes. 1983.
6. **OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO**. Seguridad, salud y bienestar en las obras de construcción. 2da. edición. Cinterfor 1992.

7. **ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.** Guía de procedimientos para la operación y mantenimiento de desarenadores y sedimentadores. CEPIS. Lima, 2005.
8. **OSHA** (Occupational Safety and Health Administration - Administración de Seguridad y Salud Ocupacional-). Guía para la inspección diaria de zanjas y excavaciones. EE.UU., 1971.
9. **SOTO AGUILAR**, Vivian Verónica. Clasificación de tareas de alto riesgo en la construcción de obras civiles y sus medidas de seguridad. Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, julio de 2002.
10. **VARGAS OLIVA**, René Rolando Vargas. Propuesta del manual de controles de tránsito para operaciones de mantenimiento y construcción de vías urbanas e instalaciones que la afecten. Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, septiembre de 1987.
11. **VÉLIZ VEGA**, Herman. Construcción de túneles, su aplicación y experiencias en el túnel colector 10-13-14. Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, enero de 1975.
12. **WEXTON**, Paúl B. Dirección y control de tránsito. Editorial Limusa Wiley S.A. México 1972. Primera edición.

ANEXOS

• Anexo I. Cuadro de condición global del sistema de drenaje

Calificación	Condición	Descripción
5	Muy bueno	No se observa problemas
4	Bueno	Hay problemas menores. Algunos componentes muestran deterioro sin importancia.
3	Regular	Los componentes primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación, pérdida de recubrimiento.
2	Malo	<p>La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los componentes estructurales primarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● - Hay posibilidad de fracturas locales o desprendimientos, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
1	Muy malo	<p>Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● - Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto ● - La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura. ● - Conviene cerrar el sistema de drenaje a menos que este monitoreado.
0	Pésimo	<p>Gran deterioro o pérdida de sección presente en componentes estructurales críticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● - Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura. ● - El sistema debe cerrarse para acciones correctivas.

- **Anexo III. Formato de encuestas**

GUÍA PARA INSPECCIÓN DE COLECTORES

Entrevista

A continuación, sírvase contestar las preguntas que se detallan en el presente documento; dicha información será de suma importancia para la elaboración del trabajo de graduación con el tema: Guía para la inspección de colectores en la Empresa Municipal de Guatemala. Los datos proporcionados se tratarán de manera confidencial y su uso será exclusivamente como complemento en la elaboración del mencionado trabajo.

Datos personales

- 1. Nombre:**
- 2. Ocupación:**
- 3. Grado académico:**
- 4. Institución donde labora:**
- 5. Experiencia en tratamiento de aguas residuales (años):**

Datos técnicos

Los siguientes cuestionamientos buscan obtener datos relacionados con la inspección visual de obras de drenaje en funcionamiento como los grandes colectores o colectores madre, no así en supervisión durante la construcción y de los mismos.

6. Identifique normas de seguridad para realizar una inspección visual:
7. Mencione que elementos o componentes de un sistema de colectores deben ser tomados en cuenta en la inspección:
8. Determine acciones o procedimientos adecuados a realizar en la inspección:
9. Mencione maquinaria y/o equipo necesarios para una inspección:
10. Haga referencia de experiencias obtenidas sobre como inspecciones de mantenimiento en obras de saneamiento en funcionamiento:
11. Ejemplifique problemas y/o incidentes detectados por personal a cargo de inspecciones en sistemas de grandes colectores:

• Anexo IV. Resultado de encuestas

Descripción

La encuesta se realizó con personal de Empagua, tomándose una muestra de diez individuos durante los meses de agosto y septiembre del año 2,009; la finalidad de éste estudio fue determinar el grado de conocimiento y la experiencia de los trabajadores en inspecciones de sistemas de drenaje, destacando así los aportes que se pueden incluir en el presente trabajo. A continuación se presentan los resultados de dicha encuesta en base al formato presentado en el anexo III.

Nivel académico

El nivel educativo alcanzado por los trabajadores fue variado, a continuación se presentan los porcentajes de escolaridad.

Nivel académico	(%)
Primaria	30
Básico	20
Diversificado	10
<u>Superior (graduado)</u>	<u>40</u>
Total	100

Experiencia en sistemas de drenaje

La experiencia laboral de los trabajadores en sistemas de drenaje se encuentra en una media de 15 a 20 años y un promedio de 18 años.

Normas de seguridad

El 100% del personal entrevistado coincidió en la utilización de equipo de seguridad básico, como guantes y casco duro. Además un 60% expresó que la herramienta en buen estado es necesaria.

Elementos a inspeccionar en un sistema de drenajes

El 100% del personal entrevistado expresó que los elementos más importantes a inspeccionar en un sistema de drenaje son:

- Pozos de visita
- Pozos de registro
- Túnel del colector
- Descarga

Además un 40% del personal entrevistado expresó que deben tomarse otros elementos como el contenido del caudal y la gradación de los alrededores.

Procedimientos para realizar una inspección

El 60% consideró que la planificación de la inspección es el primer paso, un 20% consideró que la consulta de información existente es importante y el resto expresó que la revisión del equipo y herramienta debe tomarse en cuenta.

Equipo necesario para una inspección

El equipo indispensable expresado por los encuestados consiste en:

- Casco duro y guantes
- Linterna y mascarillas
- Botas de hule y botas con punta de acero
- Marco de madera
- Torno y cable
- Equipo de sujeción

Experiencia previa en inspecciones

A continuación se enumeran algunas experiencias que ha experimentado el personal durante inspecciones previas.

- Ventilación del sistema. El personal ha aprendido que se puede lograr ventilar el sistema de drenaje quitando las tapaderas de los pozos aledaños al punto de inspección cuando esta se realiza en cilindros o túneles de los colectores.
- El personal encuestado ha expresado que al estar en una inspección durante un tiempo prolongado, ocasiona que se pierda concentración debido al cansancio y a las condiciones del lugar, especialmente si es en un cilindro colector; por lo que recomiendan que se tome en cuenta el tiempo de duración durante una inspección.

Incidentes detectados en inspecciones previas

A continuación se describen los principales problemas que han experimentado los trabajadores encuestados a los largo de su trabajo en sistemas de drenaje.

- Lesiones y caídas sufridas por el personal debido a equipo de seguridad en mal estado y en algunos casos por ausencia del mismo.
- Dificultad de ingresar al sistema de drenaje debido a que la inspección se realiza en época de lluvia en sistemas combinados o de aguas pluviales.
- Lesiones sufridas por el personal por no estar capacitado para realizar una inspección.

