

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS REALIZADAS EN PLAN
MAESTRO PARA AGUAS LLUVIAS DE LOTA**

Trabajo de titulación para optar al título de
Técnico Universitario en CONSTRUCCIÓN

Alumnos:

Carlos Muñoz Rivas

Jorge Pedreros Burdiles

Profesor guía:

Angélica López Guzmán

DEDICATORIA

Desde el primer día en nuestra carrera sentimos la sensación de concretar esta misión y no dar pie atrás a las metas que nos traería ser un profesional. La motivación constante fue la fuente de sabiduría y el aprender.

En dedicatoria hacia nuestras familias, nuestros amigos y cada profesor, que formo parte del desarrollo de nuestra carrera como Técnico Universitario en Construcción.

Con este trabajo ponemos a prueba nuestras capacidades aprendidas y así comenzamos a entrar a un área laboral en donde cada día avanzaremos en el desarrollo del conocimiento ya adquirido.

RESUMEN

Hoy en día la ley 19.525 regula los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias en Chile. Con esto el estado se hace cargo en la construcción de métodos que solucionen el escurrimiento de aguas lluvias en los sectores poblados.

El no cumplir con este objetivo, por la mala fiscalización de los sistemas, genera problemas al momento de recibir una gran cantidad de agua, esto conlleva a generar inundaciones que causan desastres de distintos tipos.

En Lota durante más de 10 años la problemática era evidente cada vez que se presentaba un sistema frontal de lluvias intensas. Se inundaba el sector bajo de la ciudad ocasionado por varios factores que luego se darán a conocer.

Como solución definitiva a este problema típico de cada invierno se generó un Plan maestro, el cual básicamente consta de un gran colector que es la matriz de una red de colectores que recorren los sectores más afectados por las escorrentías.

Este plan maestro se llevó a cabo en el año 2015 y hoy en día esta al término de la primera etapa. Los métodos constructivos utilizados en esta primera etapa fueron diseñados para soportar el caudal que debe pasar por las calles principales del centro de Lota. Por lo cual debe tener una serie de accesorios de drenaje y canalización para que en conjunto logren sostener las aguas lluvias y así no causar un colapso del sistema.

Al generar este proyecto Lota da un paso en la evolución de la urbanización como ciudad, la seguridad y comodidad son los principales motivos por el cual se concretó la obra.

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCION.....1

EXPOSICION GENERAL DEL PROYECTO.....2

JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....5

METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO.....7

OBJETIVOS DEL PROYECTO.....8

MARCO TEORICO.....9

MARCO NORMATIVO.....14

CAPITULO 1 : NORMATIVA PARA LA CANALIZACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS.....16

CAPITULO 2: PROBLEMÁTICA EN LA RED DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVAS.....40

CAPITULO 3: PLAN MAESTRO PARA LA EVACUACIOBDE AGUAS LLUVIAS EN LOTA.....52

CAPITULO 4: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS REALIZADAS PARA LA EVACUACION DE AGUAS LLUVIAS EN EL SECTOR DE LOTA.....64

CONCLUSION.....82

BIBLIOGRAFIA.....83

INDICE DE FIGURAS

1 FIGURA 1 MARCO TEORICO (CICLO DEL AGUA)	10
2 FIGURA 1-1 PLANIFICACION DRENAJE URBANO	20
3 FIGURA 2-1 TABLA DE PERSONAS AFECTADAS	42
4 FIGURA 2-2 MAPA AEREO SECTOR RUTA 160 Y ESTERO CAUPOLICAN.	44
5 FIGURA 2-3 DEMARCACION DE PASEO PEATONAL (LOTA)	45
6 FIGURA 2-4 INUNDACION HOSPITAL	46
7 FIGURA 2-5 FOTOGRAFIA DE CALLES INUNDADAS EN LOTA	47
8 FIGURA 2-6 PLAZA CHILLANSITO INUNDADA	48
9 FIGURA 2-7 SECTOR CALLE MONSALVE (FERIA)	49
10 FIGURA 2-8 SECTOR CALLE CAUPOLICAN (ESQUINA FERIA)	49
11 FIGURA 2-9 SECTOR PASEO PEATONAL	50
12 FIGURA 2-10 SECTOR CALLE CAUPOLICAN (ESQUINA HOSPITAL)	50
13 FIGURA 2-11 SECTOR FERIA DE LOTA	51
14 FIGURA 2-12 INUNDACIÓN HOSPITAL	51
15 FIGURA 3-1 PLANIFICACION DE UN PLAN MAESTRO	53
16 FIGURA 3-2 TRAZADO UBICACION DE PLAN MAESTRO	60
17 FIGURA 3-3 TRAZADO UBICACION DE PLAN MAESTRO	60
18 FIGURA 3-4 DETALLE PERFIL LONGTUDINAL	62
19 FIGURA 3-5 DETALLE PERFIL LONGITUDINAL	62
20 FIGURA 3-6 DETALLE PERFIL LONGITUDINAL	63
21 FIGURA 4-1 EXCAVACION CAJON	65
22 FIGURA 4-2 CONFECCION CAJON	65
23 FIGURA 4-3 TRAMO DE CAJON HORMIGONADO	65
24 FIGURA 4-4 TRAMO CAJON HORMIGONADO	66
25 FIGURA 4-5 RELLENO CONTENCIÓN DEL CAJÓN	66
26 FIGURA 4-6 CAJÓN SIMPLE DE HORMIGÓN ARMADO	67
27 FIGURA 4-7 CAJÓN DOBLE DE HORMIGÓN ARMADO	67
28 FIGURA 4-8 CAJÓN TRIPLE DE HORMIGON ARMADO	67
29 FIGURA 4-9 TUBO HORMIGÓN BASE PLANA	69
30 FIGURA 4-10 TUBOS DE HORMIGON BASE PLANA	69
31 FIGURA 4-11 TUBO DE HORMIGÓN ALTA RESISTENCIA A.R.C.	71
32 FIGURA4-12 TUBO HORMIGÓN SIMPLE UNIÓN DE CAMPANA	71
33 FIGURA 4-13 TUBO HORMIGÓN SIMPLE UNIÓN MEDIO ESPESOR	71
34 FIGURA 4-14 CÀMARA DE INSPECCIÒN PÚBLICA	72
35 FIGURA 4-15 DETALLE CÀMARA DE INSPECCIÒN	73
36 FIGURA 4-16 DETALLE CÀMARA DE INSPECCIÒN	73

37 FIGURA 4-17 SUMIDERO EN CONSTRUCCIÓN	75
38 FIGURA 4-18 SUMIDERO CON REJILLA	75
39 FIGURA 4-19 REJA SUMIDERO	76
40 FIGURA 4-20 DETALLE CAMARA DE INSPECCIÓN	76
41 FIGURA 4-21 SOLERA DE HORMIGÓN	77
42 FIGURA 4-22 TUBOS DE HDPE	78
43 FIGURA 4-23 INSTALACION TUBO CORRUGADO (CALLE CAUPOLICAN)	79
44 FIGURA 4-24 TUBO PEAD LISO	79
45 FIGURA 4-25 CANAL ABIERTO (SECTOR PLAYA)	81
46 FIGURA 4-26 INICIO CANAL ABIERTO	81
47 FIGURA 4-27 INICIO CANAL ABIERTO (4 CAJONES)	81

INTRODUCCIÓN

La impermeabilización de los suelos, propia de una urbanización, significa una pérdida de la capacidad natural de infiltración y almacenamiento del suelo, siendo estos procesos reemplazados por una mayor generación de escorrentía directa superficial. Estos cambios, junto con la construcción de una red de drenaje artificial superficial y sub superficial, alteran tanto la hidrología local como el régimen de caudales, los que se manifiesta en mayores volúmenes escurridos, mayores caudales y tiempos de respuestas más cortos. Estos cambios de las escorrentías naturales causan los eventos de inundación urbana y sus impactos directos sobre las personas, sus bienes materiales y la infraestructura.

En el drenaje urbano participan muchos actores, tanto en las etapas iniciales de estudio, planificación e incorporación del territorio, como en el diseño, construcción, operación y conservación de obras y soluciones. Además, dadas las características del escurrimiento de las aguas lluvias y las modificaciones en el drenaje, la población urbana es afectada en sus bienes, calidad de vida, y condicionan el riesgo al cual está enfrentada en sus actividades diarias.

En el caso del sector de Lota, se presentaban problemas de inundaciones que afectaban a la comunidad a través de los años. Esto es típico de las temporadas de lluvias intensas; lo peor de esto es que el centro, ubicado en el sector bajo de Lota, es el más afectado, sector en donde se concentra el comercio, los servicios públicos y distintitos tipos de locales.

Como una solución concreta y que de una vez por todas solucionara la problemática, se generó un estudio que abarca todo Lota y sobre todo el centro de la ciudad, esta solución está en proceso de construcción y es la temática base a desarrollar.

Un sistema de drenaje urbano, el cual contempla desde la red domiciliaria hasta la red natural, utilizando distintos tipos de métodos constructivos que en conjunto forman el plan maestro de Lota, solución entregada por el gobierno de Chile.

EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El avance obtenido por las ciudades, poblados y localidades de asentamiento humano en general conlleva a la realización de obras, las cuales son herramientas para generar un habitat, en donde su superficie está en contacto con las precipitaciones y los caudales naturales existentes en el territorio. La relación directa que tiene la intensidad de las lluvias, con la capacidad de las obras destinadas para el escurrimiento de aguas lluvias, es señalar la cantidad de agua que provoca el rebalse de aguas lluvias, sobre las obras destinadas para el escurrimiento de aguas lluvias, para luego, ser depositadas en las canalizaciones y mantener el caudal y el comportamiento de las aguas sobre las superficies, para realizar una urbanización y poder obtener la comodidad y la seguridad en su hogar.

Los sistemas de drenaje urbano tienen por objeto evitar los impactos negativos de la escorrentía provocada por los eventos de precipitación sobre las ciudades, poblados y asentamientos humanos en general.

En la actualidad, la ley 19.525, es la que asigna al estado la misión de velar que existan estos sistemas, sin embargo, el comportamiento del drenaje se rige por comportamientos físicos, por lo tanto una gestión eficiente de las aguas lluvias necesariamente debe regularse y poseer un ordenamiento. Cabe señalar que en el diseño y construcción hay que tener presente la topografía del lugar, y también el nivel de precipitaciones existentes, lo cual nos deja a disposición aspectos legales y normativos que se aplican en Chile por las distintas organizaciones gubernamentales enfocadas al cuidado de los sectores.

Al momento de urbanizar, se debe tener en cuenta que no se genere un excedente de lluvia que altere las condiciones naturales de dicha zona y que así la construcción no sea un problema si no una solución o bien, una ayuda para el sector y sus alrededores.

Las aguas que inundan sectores urbanos, ya sea que se almacenen inapropiadamente sobre el terreno o escurran por cauces no preparados para ello, generan una gran cantidad de inconvenientes y disfuncionalidades al interferir con otros sistemas urbanos, impedir el tránsito de personas y autos, o el uso de terrenos y espacios urbanos con otros fines.

Crear proyectos con la metodología adecuada para buscar una mejor calidad de vida de la comunidad y reducir los impactos en el ambiente, muchas veces no necesariamente es a través de obras de gran tamaño, si no que utilizando la planificación y otras medidas no estructurales; quiere decir un análisis técnico previo a la urbanización.

Con motivo de los temporales ocurridos durante el invierno del año 2006, la Región del Bío Bío fue declarada zona de catástrofe a través del D.S. N° 759/2006, del ministerio del interior. La problemática es que no existen obras que puedan contener esta cantidad de agua repitiéndose el evento cada vez que llueve con la intensidad de esa temporada que es típica de evoca de invierno

Tras dicha medida, el ministerio de obras públicas tramitó los decretos pertinentes, que declararon de emergencia la ejecución de diversos estudios y obras para dicha región, entre los que se encuentra el decreto MOP N° 476 del 18/07/2007, referido al proyecto del sistema Caupolicán en la comuna de Lota. La problemática es que no existen obras que puedan contener esta cantidad de agua. El evento se repite cada vez que llueve con la intensidad de esa temporada, que es típica de la época de invierno.

Es así como el ministerio de obras públicas, a través de la dirección de obras hidráulicas, adjudicó mediante la modalidad de trato directo, la consultoría ALL.DP-33.1 “Estudio de Factibilidad y Diseño Definitivo Mejoramiento Canales Caupolicán y Bannen, Lota” a la empresa IRH Ingenieros Consultores Ltda.

La falta de capacidad y mal estado de conservación de estos canales, junto con la infraestructura de captación asociada y la influencia marítima sobre la descarga del canal Caupolicán, son los principales motivos de los problemas de anegamiento de los sectores centro y Lota bajo, los cuales se presentan todos los años, y se agravan durante eventos extremos, como el ocurrido el pasado 11 y 12 de Julio de 2006.

PROBLEMAS RELACIONADOS CON LAS INUNDACIONES EN SECTOR DE LOTA.

En junio del 2004, el sector bajo de Lota fue impactado por otro temporal de fuertes lluvias, esto sumado con la gran cantidad de agua caída desde la ruta 160 y la mala administración de la empresa que limpia los canales de aguas lluvias, generó una gran inundación afectando colegios, centros médicos y el comercio.

En junio del año 2014, un poblador público un comentario el cual señalaba que el canal Caupolicán, principal fuente de escurrimiento de las aguas lluvias, estaba obstruido desde su origen en los cerros de la localidad, por la tierra gredosa del terraplén de la construcción de la ruta 160. Además de ese comentario, el poblador se dio cuenta que, en el paseo peatonal de Lota, ubicado en el centro, no constaba con sumideros, esto le llamo la atención ya que para él fue la explicación de los problemas generados por los colapsos. Esto publicado por el poblador, es una evidencia de causales que generan las inundaciones.

En Julio de 2014, el hospital de Lota y sus dos consultorios, fueron afectados por el anegamiento a causa de las fuertes lluvias. Bombero debió actuar con bote para rescatar a las personas aisladas. La causa de esto es que el agua de los cerros no tiene lugar por donde salir.

Las inundaciones provocadas por las fuertes lluvias generan desastres, ya que la solución definitiva aún está en construcción. Esto ocurrió el 10 de agosto del 2017 La mala limpieza y fiscalización de aguas lluvias es razón fundamental para que colapse y se inunden las calles.

JUSTIFICACION DEL PROYECTO.

En la solución de los problemas generados por las aguas lluvias en sectores urbanos, intervienen diferentes entidades e instituciones, además de los responsables mismos de la urbanización, sea ésta una empresa privada o una institución pública. La municipalidad respectiva participa aprobando los planos y otorgando permisos específicos de construcción de acuerdo con los planes reguladores comunales, así como también la mantención y la funcionalidad de las obras.

Las obras expuestas en el desarrollo del informe son soluciones alternativas y complementarias para el drenaje y escurrimiento de aguas lluvias, extraídas desde las bases reglamentarias de las instituciones que normalizan todas estas obras; dentro de esas está el MINVU y el MOP.

Estas obras están expuestas a las precipitaciones y a los cambios climáticos, además de esto, la gestión de diseño debe ser estratégica al momento de analizar el comportamiento del ciclo hidrológico y climático. Si esto no se tiene en cuenta, se pueden generar problemas ya que, al no cumplir su función de contener el límite de agua regularizado, se colapsa la red de escurrimiento, generando daños.

Es por esto que tener en cuenta los requisitos básicos, como la metodología técnica de construcción y un análisis económico comparativo, reflejan opciones que puedan servir para la toma de una decisión al momento de generar un proyecto.

En Julio de 2004 concluyo el estudio del plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Lota, realizado por la dirección de obras hidráulicas y la empresa Ayala, Cabrera y asociados Ltda. En este estudio se proponen y priorizan soluciones a los problemas de inundaciones identificados y se efectúa una planificación para el futuro desarrollo de la red de evacuación y drenaje de aguas lluvias, sobre la base de los cauces naturales y principales canales y colectores existentes en estas ciudades.

Esta obra cubre el área de los canales que pasan por las calles Caupolicán y Bannen, lo cual presenta un análisis detallado del plan maestro con diferentes contenidos, tales como: el diseño definitivo del plan maestro, las modificaciones de los servicios sanitarios, la rotura y reposición de pavimentos afectados por las obras hidráulicas, expropiaciones y convenios de usos para la materialización de la obra, destinación de terrenos marítimos para descargas al mar, estudio ambiental, etapas y programación de obra, cubicación y presupuesto, las recomendaciones de mantenimiento del sistema y la participación ciudadana.

Además, dentro de la solución a diseñar, se presentan:

Una revisión del plan maestro de ALL de Lota, respetando los parámetros de diseño, la recopilación de antecedentes de proyectos, estudios anteriores del área, levantamientos topográficos y catastros de cámaras de inspección, la evaluación de diagnóstico para el sistema de drenaje para estimar los daños provocados por las inundaciones sin contemplar el proyecto y las alternativas de soluciones propuestos en el diseño.

Esta obra generara beneficios a los vecinos, tales como:

- 1). Mejorar su calidad de vida y su salud en época de invierno.
 - 2) El desplazamiento por las calles y veredas será expedito en temporadas de lluvias.
 - 3) Los alumnos tendrán mayor porcentaje de asistencia en las aulas.
 - 4) Las familias no tendrán que invertir dinero en arreglos y modificaciones domiciliarias, producto de la inundación.
 - 5) Posibilitara futuras obras de mejoramiento en la red de aguas lluvias.
- Este proyecto considera efectuar las obras necesarias para solucionar los problemas descrito anteriormente, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las personas. Por lo tanto, su ejecución representa un aporte sustancial en la comuna y a la región, en el ámbito de bien estar social y comunitario.
- Técnicamente esto se llevará a cabo mediante la ejecución de cajones de hormigón in-situ, la instalación de cajones prefabricados, y considerando la reposición de las redes de servicios existentes en el lugar.

METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO.

Dentro de la metodología del trabajo para analizar las soluciones constructivas realizadas en el plan maestro de Lota para aguas lluvias, desarrollaremos una búsqueda de información la cual se sostendrá de la web, que abarca MINVU y el MOP, siendo estas entidades las más relevantes que nos apoyan con normas, métodos constructivos, especificaciones técnicas, manuales y guías, que enfocan la realización de las obras de manera correcta. Además de realizar una visita a las dependencias institucionales, en la cual se entrevistará a personal profesional, relacionado con el tema a tratar.

Dentro de esa visita a la dependencia se obtendrá datos como planos, estudios de diseño y algunos datos económicos. Además, se realizarán visitas a la obra para obtener información más relevante sobre el tema, como también recopilar fotos y entrevistar a los encargados de la obra. Al momento de recopilar la información pertinente, iremos seleccionando la materia de acuerdo con nuestro criterio respaldado con lo estudiado y aprendido en el aula y la web, visitas a terreno donde exista el problema o haya existido, y entrevistas con profesionales de las instituciones ya nombradas.

Los temas que tratar más relevantes son el marco teórico y normativo, los principales problemas presentados en el sector de Lota enfocado en los sistemas de evacuación de aguas lluvias, soluciones constructivas y métodos constructivos, y un análisis técnico y aspectos económicos importantes.

OBJETIVOS DEL PROYECTO.

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.

Analizar las soluciones constructivas del plan maestro para la descarga de aguas lluvias en el sector de Lota.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Dar a conocer la normativa vigente para la canalización y drenaje de aguas lluvias.

Identificar los problemas en la red de evacuación y drenaje de aguas lluvias que afecta al sector de Lota.

Mencionar el Proyecto “Plan Maestro para la Evacuación de Aguas Lluvias en Sector de Lota.

Mostrar las soluciones constructivas realizadas para la evacuación de aguas lluvias en el sector de Lota

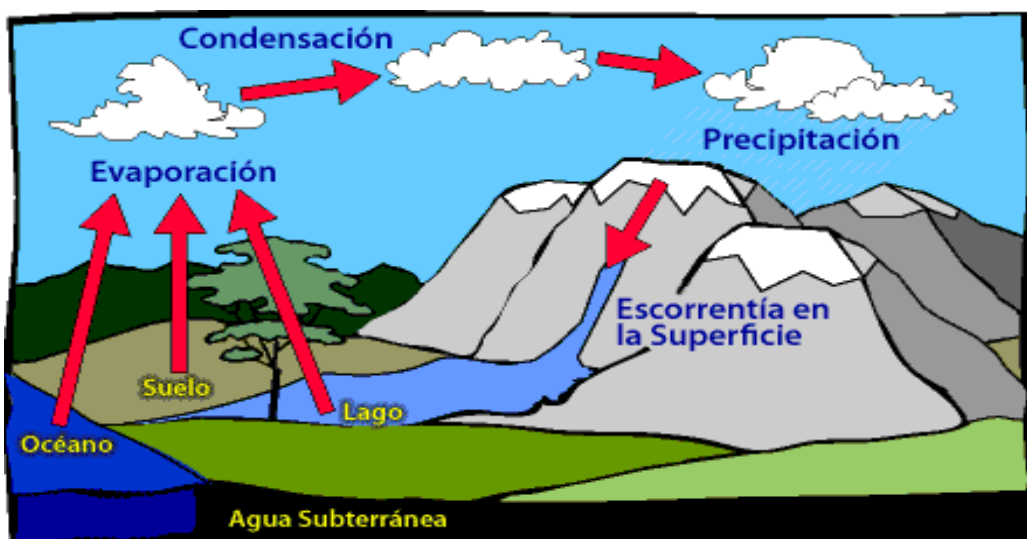
MARCO TEORICO

UN BREVE RESUMEN DEL CICLO DEL AGUA.

El ciclo del agua no se inicia en un lugar específico, pero para esta explicación asumimos que comienza en los océanos. El sol, que dirige el ciclo del agua, calienta el agua de los océanos, la cual se evapora hacia el aire como vapor de agua. Corrientes ascendentes de aire llevan el vapor a las capas superiores de la atmósfera, donde la menor temperatura causa que el vapor de agua se condense y forme las nubes. Las corrientes de aire mueven las nubes sobre el globo, las partículas de nube colisionan, crecen y caen en forma de precipitación. Parte de esta precipitación cae en forma de nieve, y se acumula en capas de hielo y en los glaciares, los cuales pueden almacenar agua congelada por millones de años. En los climas más cálidos, la nieve acumulada se funde y derrite cuando llega la primavera. La nieve derretida corre sobre la superficie del terreno como agua de deshielo y a veces provoca inundaciones. La mayor parte de la precipitación cae en los océanos o sobre la tierra, donde, debido a la gravedad, corre sobre la superficie como escorrentía superficial.

Una parte de esta escorrentía alcanza los ríos en las depresiones del terreno; en la corriente de los ríos el agua se transporta de vuelta a los océanos. El agua de escorrentía y el agua subterránea que brota hacia la superficie, se acumula y almacena en los lagos de agua dulce. No toda el agua de lluvia fluye hacia los ríos, una gran parte es absorbida por el suelo como infiltración. Parte de esta agua permanece en las capas superiores del suelo, y vuelve a los cuerpos de agua y a los océanos como descarga de agua subterránea. Otra parte del agua subterránea encuentra aperturas en la superficie terrestre y emerge como manantiales de agua dulce. El agua subterránea que se encuentra a poca profundidad, es tomada por las raíces de las plantas y transpirada a través de la superficie de las hojas, regresando a la atmósfera. Otra parte del agua infiltrada alcanza las capas más profundas de suelo y recarga los acuíferos (roca sub superficial saturada), los cuales almacenan grandes cantidades de agua dulce por largos períodos de tiempo. A lo largo del tiempo, esta agua continua moviéndose, parte de ella retornará a los océanos, donde el ciclo del agua se "cierra" y comienza nuevamente.

Fuente: <https://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>



1FIGURA 1 MARCO TEORICO (CICLO DEL AGUA)

Fuente: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/ciclo-del-agua.php>

La hidrografía a lo largo del territorio chileno es de gran variabilidad debido a la diversidad de condiciones que influyen sobre el escurrimiento, las que están relacionadas con la topografía de las cuencas, y sobre las que influye el clima y sus distintos elementos tales como la temperatura, la humedad, las precipitaciones, la evaporación y el viento. A ello se agrega la cubierta litológica y vegetal de la cuenca, la geomorfología y las características del suelo. Las cuencas y el sistema hidrográfico formado por cauces de distintos tamaños son el soporte natural del escurrimiento superficial de las aguas lluvias en la parte terrestre del ciclo hidrológico. Como tales, son muy relevantes para el drenaje urbano, su planificación y gestión.

La red de drenaje, tanto la natural como la artificial (primaria, secundaria y domiciliaria), y la hidrografía en general de la zona urbana y de toda la cuenca involucrada es un aspecto esencial en los sistemas de drenaje de aguas lluvias, tanto como elementos de recepción de las aguas generadas en las zonas urbanas, como por los efectos que los cauces naturales en contacto con las zonas urbanas tienen sobre las inundaciones en sus bordes, y también como elementos propios del drenaje en el interior de las ciudades sobre todo en los elementos menores, algunos de los cuales pueden iniciarse al interior de las zonas urbanas, y como tales participar de manera activa en la red primaria, o secundaria.

ZONAS HIDROGRÁFICAS DE CHILE.

Debido a la longitud, la variabilidad climática y geomorfológica de Chile, en el país se desarrolla diferentes tipos de escurrimiento que, a pesar de ser muy distintos de norte a sur en el país, comparten ciertas características similares. Geográficamente se identifican seis zonas hidrográficas a lo largo del territorio nacional:

- ríos de régimen esporádicos en el norte grande del país,
- ríos de torrente de régimen mixto en la zona de clima semiárido,
- ríos en torrente de régimen mixto en la zona de clima templado cálido del país,
- ríos tranquilos con regulación lacustre en la zona de clima templado cálido lluvioso,
- ríos caudalosos trasandinos de la Patagonia septentrional de Chile y zona de los campos de hielo de Patagonia meridional.

La unidad básica de análisis es la cuenca, la que puede ser clasificada según su punto de salida en exorreica, cuencas que drenan hacia el mar; endorreicas, cuencas que tienen por base de equilibrio depresiones sin salida; y/o arreicas o cuencas donde el agua no desemboca en cuerpos de agua, si no que se infiltra o evapora. Pueden clasificarse también según la ubicación de sus cabeceras y en contexto del relieve nacional en cuencas andinas, pre-andinas, trasandinas y costeras.

RÍOS TRANQUILOS CON REGULACIÓN LACUSTRE EN LA ZONA TEMPLADA CÁLIDA LLUVIOSA DE CHILE.

Los ríos de esta área geográfica comprendida aproximadamente entre la cuenca del río Biobío en la VIII región del Biobío hasta el canal de Chacao e isla de Chiloé en la X región de Los Lagos. Aunque las condiciones orográficas del país se mantienen similares a las de la zona anterior, existe un cambio en el tipo de clima, lo que produce aumento brusco de precipitaciones las que se presentan durante todo el año, con una mayor concentración en invierno.

El relieve de la zona, ayudado por la gran cantidad de precipitaciones anuales y los depósitos glaciares cordilleranos, permiten la formación de lagos típicos de ésta zona del país. Las cuencas de la zona se caracterizan por su nacimiento en sectores cordilleranos, precordilleranos, transandino y costeras. La característica de los ríos de la zona depende en gran medida de si el punto de nacimiento de las cuencas es de alta o baja montaña y de su posible regulación lacustre, esto debido a las altas pendientes que pueden encontrarse en sectores de cordillera, pre cordillera o trasandinos o a lugares costeros de pendiente más suave.

Las zonas urbanas sin duda generan un impacto sobre las cuencas naturales, las que, de un punto de vista hidrológico, se traduce en un cambio del suelo que afecta significativamente los procesos del ciclo hidrológico.

Al impermeabilizar los suelos propios de un desarrollo urbano, se genera una pérdida de la capacidad natural de la infiltración, de almacenamiento sub superficial y la evapotranspiración, que es la cantidad de agua en el suelo que vuelve a la atmosfera desde las plantas, los cuales son reemplazados por una escorrentía directa superficial.

La construcción de una red de drenaje artificial superficial y sub superficial, generan cambios que alteran la hidrología local como los caudales, lo que se manifiesta con mayores volúmenes escurridos, mayores caudales y tiempos de respuesta más cortos. Esto se resume con eventos tales como las inundaciones urbanas y sus impactos directos sobre la población, bienes materiales e infraestructura. Y por otro lado alteran la estabilidad del eco sistema en el que está situada la urbanización.

Las aguas lluvias urbanas causan problemas de diferentes magnitudes y frecuencias, la adecuada gestión en el control de la cantidad y la calidad de la escorrentía está relacionada directamente con integrar herramientas al interior de la cuenca urbana, lo cual genera construir sistemas de drenajes para proteger ciudades, poblados y asentamientos poblados en general con el objeto de evitar impactos negativos.

El agua lluvia deberá ser colectada a nivel de cubiertas, techos y terrazas mediante sistemas de canaletas y/o redes horizontales de tuberías y sumideros, y de allí deberán ser conducidas a través de bajantes hasta nivel de terreno, desde donde mediante sistemas colectores puedan ser evacuadas hacia el alcantarillado público.

Las bajantes que no se instalen en ductos especiales, se ubicarán en el exterior de los muros de manera que queden como mínimo a un metro o más de las paredes medianeras o divisorias. Solo podrán empotrarse las bajantes de fierro fundido, PVC u otro material expresamente aprobado por la Entidad Competente.

Los techos que queden sobre las aceras no podrán en ningún caso verter sus aguas directamente sobre ellas, debiendo hacerlo mediante bajantes que conduzcan el agua pluvial por debajo de la acera al pie del cordón de esta.

Los balcones y elementos salientes tales como marquesinas y otros, podrán evacuar las aguas lluvia a vía pública siempre que no concentren las aguas en puntos determinados.

Las causas de las inundaciones pueden ser naturales y/o antropogénicas. Entre las naturales se encuentran las ligadas a precipitaciones torrenciales, con sus consecuentes desbordes de ríos, mientras que entre las antropogénicas se encuentran la alteración del régimen hidrológico, mediante obras de retención y/o desvío, y el aumento de zonas impermeables. Algunas causas que desencadenan fenómenos de inundación son los siguientes:

PRECIPITACIONES INTENSAS.

Existen precipitaciones poco frecuentes que saturan rápidamente el suelo y producen gran cantidad de escorrentía superficial que aumenta el volumen en los ríos, generando crecidas.

Impermeabilización: El aumento de las áreas impermeables en una cuenca aumenta la escorrentía superficial, generando aumentos en los caudales de los cauces y posibles inundaciones.

Deforestación: La tala de árboles, arbustos y la desaparición de la vegetación en general provocan la disminución de fenómenos de abstracción al desaparecer un área que favorecía la evapotranspiración o el almacenamiento superficial, lo que incrementa los niveles de escorrentía superficial y, por ende, los caudales de cauces.

Rompimiento de presas: La rotura de diques o represas que almacenan grandes cantidades de agua, o su vaciamiento rápido, producen un aumento elevado de los niveles de los cauces de forma repentina, siendo una de las causas de muerte más común por inundaciones.

Ocupación de cauces: La ocupación humana de cauces que disminuyen el área efectiva por la que circula el agua, genera un incremento de los niveles de escurrimiento pudiendo provocar inundaciones.

Saturación de la napa subterránea: Cuando se altera el uso de los suelos en un área dada de manera que se infiltra mucha más agua que la que el suelo es capaz de retener, la napa freática sube pudiendo llegar a la superficie misma ocasionando inundaciones.

MARCO NORMATIVO

Teniendo en cuenta que el congreso nacional ha aprobado la ley 19.525 que regula los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, podemos señalar que:

Al ministerio de obras publican (MOP) le corresponde la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistema de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Por otro lado, al ministerio de vivienda y urbanismo(MINVU) le corresponde la planificación y estudio de la red secundaria de aguas lluvias a través del SERVIU y de la dirección de obras hidráulicas pudiendo así, contratar empresas de servicios.

Dentro de estas dos organizaciones existen diferentes tipos de normas relacionadas con materiales, procesos, seguridad, medio ambiente, ambiente social. Esto nos da la factibilidad y la seguridad de que el análisis técnico y comparativo que se realizará será confiable bajo las normas vigentes.

El ministerio de obras públicas actualizo la guía de diseño: “Técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias en sectores urbanos”, elaborada por el ministerio de vivienda y urbanismo (MINVU) en el año 1996, para generar el actual “Manual de drenaje urbano” el cual está regido por la Dirección de obras hidráulicas (DOH), el cual tiene como objetivo servir como principal referencia en el desarrollo de los proyectos de drenaje urbanos. Esta herramienta eficaz orienta el diseño y la revisión de las soluciones a los distintos problemas que se presentan frecuentemente.

Dentro de estos dos referentes de materia dirigida a las aguas lluvias, tenemos además las disposiciones generales para ejecutar una obra:

- Plan maestro de evacuación y drenaje de agujas lluvias.
- Especificaciones técnicas topográficas de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH).
- Normas generales para el dibujo y presentación de planos de obras hidráulicas.
- Ley general de urbanismo y construcciones.
- La ordenanza general de urbanismo y construcciones.
- Ordenanzas municipales y sanitarias en sus partes pertinentes.
- Reglamento general de instalaciones domiciliarias de alcantarillado y agua potable.
- Disposiciones del seremi de salud.
- Disposiciones de la superintendencia de servicios eléctricos y de combustibles.
- Disposiciones de la superintendencia de servicios sanitarios.
- En general todas las normas oficiales en vigencia relacionadas con la construcción, las de los servicios y las de uso corriente.

-Normas ambientales, comunales, regionales o a nivel nacional.-Código de normas y especificaciones técnicas de pavimentación (MINVU), en el caso de drenaje y protección de la calle y calzada.

-Manual de carreteras en el caso de drenaje y protección de la calle y calzada.

Además de la Dirección de Obras Hidráulicas, también participa otro organismo del Estado:

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUA

La Dirección General de Aguas (DGA) es el organismo del Estado que se encarga de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente, como también de proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica y la contenida en el Catastro Público de Aguas con el objeto de contribuir a la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de las personas.

Sus funciones están indicadas en el D.F.L. N° 850 de 1997 del Ministerio de Obras Públicas y referidas a las que le confiere el Código de Aguas, D.F.L. N° 1.122 de 1981 y el D.F.L. MOP N° 1.115 de 1969. Estas funciones se ejercen a través de su organización, en las Divisiones de: Estudios y Planificación, Hidrología y Legal; los Departamentos de: Administración de Recursos Hídricos, Conservación y Protección de Recursos Hídricos, Administrativo y Secretaría General, el Centro de Información de Recursos Hídricos y las Unidades de: Glaciología y Nieves, Fiscalización, y Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica.

CAPITULO 1: NORMATIVA PARA LA CANALIZACIÓN Y DRENAJE DE
AGUAS LLUVIAS.

GENERALIDADES

En este primer capítulo nos enfocaremos en señalar la normativa vigente relacionada a la evacuación y drenaje de aguas lluvias en sectores urbanos, para poder indagar más sobre este tema nos basaremos en la información entregada por el “Manual de drenaje”, el cual está elaborado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), a través de su división a cargo en el tema, la dirección de obras hidráulicas.

LEY 19.525.

"Artículo 1º.- El Estado velará por que en las ciudades y en los centros poblados existan sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias que permitan su fácil escurrimiento y disposición e impidan el daño que ellas puedan causar a las personas, a las viviendas y, en general, a la infraestructura urbana.

La planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias corresponderá al Ministerio de Obras Públicas. La red secundaria estará a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo a quien le corresponderá, directamente, su planificación y estudio y, a través de los Servicios de Vivienda y Urbanización, la proyección, construcción, reparación y mantención de la misma. La Dirección de Obras Hidráulicas y los Servicios de Vivienda y Urbanización podrán contratar la realización de las obras a que den lugar las disposiciones de esta ley, de acuerdo a los procedimientos establecidos en sus respectivas normas orgánicas, pudiendo optar a tales contratos las empresas de servicios sanitarios.

Artículo 2º.- Para los efectos señalados en el artículo anterior, el Ministerio de Obras Públicas desarrollará planes maestros, en los cuales se definirá lo que constituye la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Dichos planes serán aprobados por decreto supremo firmado por los Ministros de Obras Públicas y de la Vivienda y Urbanismo.

El resto de las redes, no contempladas dentro de la definición de red primaria, constituirán, por exclusión, la red secundaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Las redes de evacuación y drenaje de aguas lluvias que se construyan serán independientes de las redes de alcantarillado de aguas servidas y no podrán tener interconexión entre ellas. Sin embargo, podrán ser unitarias o tener interconexión entre ellas, cuando la autoridad competente así lo disponga, fundada en un estudio de ingeniería que lo justifique desde un punto de vista técnico.

Artículo 3º.- Modifícase el decreto supremo N° 294, de 1984, del Ministerio de Obras Públicas, que fijó el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N° 15.840,

Orgánica del Ministerio de Obras Públicas, y del decreto con fuerza de ley N° 206, Ley de Caminos, en la siguiente forma:

1. Sustituyese, en el artículo 12 y en todos aquellos artículos en que aparecieren las palabras "Dirección de Riego" por "Dirección de Obras Hidráulicas", y
2. Intercalase, en el artículo 13, la siguiente letra m), nueva, pasando las actuales letras m) y n) a ser letras n) y o), respectivamente:

La planificación, estudio, proyección, construcción, operación, reparación, conservación y mejoramiento de las obras de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, hasta su evacuación en cauces naturales."

Artículo 4°.- Sustituyese la letra g) del artículo 12 del decreto ley N° 1.305, de 1975, que reestructuró y regionalizó el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, por la siguiente:

Realizar el estudio y proponer la dictación de las normas técnicas nacionales y regionales de infraestructura y de instalaciones domiciliarias de electricidad, gas, teléfonos, pavimentación de vías urbanas y evacuación de aguas lluvias a través de redes secundarias de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias que empalmen con la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, todo ello en concordancia con el respectivo plan maestro y con las normas que al respecto dicte el Ministerio de Obras Públicas. Asimismo, le corresponderá la proposición de normas de administración, explotación, conservación y mejoramiento de los servicios de alcantarillado de aguas lluvias, ya sean fiscales, municipales o particulares, así como realizar los estudios y proponer la dictación de las normas técnicas, de diseño, cálculo, construcción, estándares u otros aspectos sobre equipamiento comunitario;"

Artículo 5°.- Sustituyese el inciso primero del artículo 134 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, por el siguiente:

Artículo 134.- Para urbanizar un terreno, el propietario del mismo deberá ejecutar, a su costa, el pavimento de las calles y pasajes, las plantaciones y obras de ornato, las instalaciones sanitarias y energéticas, con sus obras de alimentación y desagües de aguas servidas y de aguas lluvias, y las obras de defensa y de servicio del terreno."

Artículo 6°.- Los planes maestros y la coordinación de las actividades que señalan los artículos anteriores deben considerar la situación de las cuencas hidrográficas.

Las acciones para evitar la erosión y deforestación serán elementos constituyentes del plan.

ARTÍCULOS TRANSITORIOS.

Artículo 1º.- Los planes maestros que definirán las redes primarias de evacuación y drenaje de aguas lluvias en las ciudades y centros poblados de más de 50.000 habitantes, deberán ser aprobados dentro del plazo máximo de 5 años.

Artículo 2º.- No será exigible a los urbanizadores la construcción de colectores de aguas lluvias, mientras no se haya aprobado el plan maestro correspondiente al área en que se encuentre ubicado el terreno que será urbanizado, debiendo emplearse otro sistema de evacuación de aguas lluvias.

Artículo 3º.- A partir del momento en que estén construidas las redes de evacuación y drenaje de aguas lluvias y dentro del plazo de cinco años contado desde esa fecha los sumideros de aguas lluvias conectados actualmente a redes de alcantarillado de aguas servidas, deberán ser conectados a las redes de evacuación y drenaje de aguas lluvias.".

MANUAL DE DRENAJE URBANO.

El objetivo de este manual es servir como referencia principal de consulta en el desarrollo de la etapa en la vida del proyecto de drenaje urbano. El contenido de este manual se alinea entorno a un conjunto de fundamentos y políticas orientadas al cumplimiento de estándares definidos para asegurar un servicio de calidad asociado las actividades de planificación, diseño, construcción, operación y conservación de sistemas y obras de drenaje.

Este manual constituye un importante hito, al ofrecer criterios y metodologías comunes para los diferentes actores involucrados en la gestión de las aguas lluvias urbanas: instituciones públicas y privadas competentes, profesionales del área hidráulica, sanitarias y urbanísticas entre otros. Las orientaciones contenidas en el manual son fruto de dos perspectivas: la concepción de las aguas lluvias como fenómeno físico que ocurre a nivel de una cuenca hidrológica, más allá de la división de las responsabilidades que establece el sistema legal; y la visión de la infraestructura como prestadora de un servicio donde los usuarios y la sociedad constituyen el objetivo último e toda gestión.

Actualmente la gestión de las aguas lluvias, de acuerdo con la ley 19.525 que regula el sistema de evacuación y drenaje de aguas lluvias, le corresponde al ministerio de obras públicas a través de la dirección de obras hidráulicas.

Para ello, le encarga la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria.

En tanto, le corresponde al ministerio de vivienda y urbanismo, la planificación y estudio de la red secundaria del sistema de aguas lluvias a través de los respectivos servicios de viviendas y urbanismo regionales, la proyección, construcción, reparación y mantenimiento de estas.

Así mismo, los municipios desarrollan soluciones de aguas lluvias con el objetivo de asegurar un mejor uso de los sistemas de drenaje o solucionar problemas. Con la elaboración de este manual, se puede disponer de un instrumento técnico que permite desarrollar de forma más eficiente la gestión del drenaje urbano y cumplir a cabalidad con lo establecido en la ley, lograr niveles de servicio de infraestructura acorde con las necesidades y expectativas de la ciudadanía y en definitivas, evitar el impacto de inundaciones no controladas en la viviendas e infraestructura urbana.

ÍNDICE GENERAL.

VOLUMEN N°1: ASPECTOS GENERALES DEL DRENAJE URBANO.

Capítulo 1: Introducción.

Capítulo 2: Políticas, estándares y planificación de drenaje.

Capítulo 3: Aspectos legales, normativos y trámites.

Capítulo 4: Estudios básicos y antecedentes.

Capítulo 5: Técnica de diseño de redes.

VOLUMEN N°2: DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE URBANO.

Capítulo 6: Diseño hidráulico de las obras.

Capítulo 7: Diseño estructural de las obras.

VOLUMEN N°3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL DRENAJE URBANO.

Capítulo 8: Especificaciones técnicas generales de construcción.

Capítulo 9 Especificaciones técnicas de operación y conservación.

VOLUMEN 1: ASPECTOS GENERALES DE DRENAJE URBANO.

Este volumen agrupa 5 capítulos partiendo por una presentación general del manual y sus contenidos y otros destinados a las consideraciones generales de drenaje urbano, como son los aspectos legales, normativos y económicos propios de las distintas etapas del ciclo de la vida de las obras y sistemas. Se presentan también antecedentes básicos para el desarrollo de proyectos y técnicas para el diseño de redes.

1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

Presenta aspectos generales del drenaje urbano, el enfoque con que se ha elaborado el manual, los objetivos y una descripción del contenido.

2. CAPÍTULO 2: POLÍTICAS, ESTÁNDARES DE SERVICIO Y PLANIFICACIÓN DEL DRENAJE.

Se presentan los fundamentos y políticas del drenaje urbano, los estándares que guían los distintos servicios asociados al control de las aguas lluvia y se incluye una sección de planificación, la cual guía el proceso para la elaboración de los planes maestros de aguas lluvia considerando sistemas de drenaje sostenibles en el tiempo, respetuosos con el drenaje natural, e integrados con todas las facetas del territorio.

La planificación del drenaje urbano se basa en los principios fundamentales previamente identificados, los que se hacen operativos a través de políticas, las cuales regulan el desempeño a través de todo el ciclo de vida de los servicios involucrados en el drenaje urbano. Finalmente, el cumplimiento adecuado de estos servicios se mide y gestiona a través de estándares de servicio e indicadores especialmente definidos.

PLANIFICACIÓN DEL DRENAJE URBANO



2 FIGURA 1-1 PLANIFICACION DRENAJE URBANO

Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)

FUNDAMENTOS DEL DRENAJE URBANO.

Los procesos físicos involucrados en el drenaje urbano y la experiencia existente en el tema permiten identificar principios fundamentales que rigen el comportamiento de las aguas lluvias y del sistema que las gestiona. La planificación del drenaje urbano, sus distintos sub-sistemas, componentes e interacciones con los elementos territoriales, ambientales

POLÍTICAS.

El lineamiento fundamental para la planificación del drenaje urbano, así como para el diseño e implementación de cualquier actividad y/o proyecto, es mantener o recuperar cada componente del ciclo hidrológico a su nivel natural. Este lineamiento es la base de las políticas que se formulan a continuación, las que deben guiar el desarrollo de las actividades relacionadas con el drenaje urbano, desde la escala domiciliaria hasta la regional, incluyendo: confección, actualización y modificación de planes maestros de drenaje urbano, proyectos de mitigación y mejoramiento en urbanizaciones existentes, proyectos de drenaje urbano para urbanizaciones futuras:

1-El estado velará porque en las ciudades y centros poblados existan sistemas de gestión y drenaje de aguas lluvias que permitan su disposición final impidiendo el daño que puedan causar a las personas, viviendas, infraestructura urbana y medio ambiente. Las obligaciones de los organismos del estado involucrados en este proceso (ministerio de obras públicas y ministerio de vivienda y urbanismo) se establecen en la ley 19.525.

2-La planificación, diseño y gestión de sistemas de drenaje de aguas lluvias son actividades integrales que se deben realizar a nivel de cuenca, trascendiendo posibles divisiones administrativas y abordando el proceso desde aguas abajo. Este enfoque favorece la sustentabilidad de las soluciones a largo plazo y evita transferir los problemas de drenaje hacia aguas abajo.

3-En los nuevos desarrollos urbanos se espera mantener o reducir las tasas de escorrentía superficial y cargas de contaminantes a los niveles preexistentes, tanto durante la fase de construcción como de funcionamiento.

4-Un sistema integral de drenaje debe considerar: el control local a nivel domiciliario, la retención local en suelo público, el transporte superficial lento, el almacenamiento a mayor escala en suelo público, la conducción controlada a través de elementos de transporte (colectores, canales artificiales, cauces urbanos),

su posterior descarga y restitución en condiciones adecuadas de cantidad y calidad a los cursos y cuerpos receptores naturales, y la coordinación con el sistema de aguas servidas cuando fuese necesario.

5- El sistema de drenaje natural de quebradas, cauces, humedales y otros cuerpos de agua debe ser respetado al urbanizarse. Estos elementos deben ser incluidos en la red de drenaje urbana, velándose por su integridad geomorfológica, evitándose ocupar la zona de inundación de 100 años de periodo de retorno, y permitiéndose el movimiento lateral propio de cauces dentro de ésta.

La autoridad competente podría autorizar el uso de la zona de inundación con fines de control de escorrentía, recreativos u otro uso estacional, si un estudio técnico asegura la protección de la seguridad de las personas, la preservación de la zona de inundación y la inexistencia de consecuencias adversas sobre otras zonas.

6- Todo territorio urbano existente o considerado en la planificación territorial debe contar con un plan maestro de aguas lluvias (PM). El PM se prepara considerando la o las cuencas donde se encuentra el territorio y debe ser vinculante con los instrumentos de planificación territorial, sirviendo como insumo de éstos cuando sea posible.

El plan maestro debe incorporar aspectos relevantes de la gestión y planificación territorial, la definición de la zona de inundación de 100 años de periodo de retorno de todos los cauces y quebradas existentes en el medio urbano, la definición y caracterización de la red principal, y las condiciones de descarga y evacuación que deben cumplir las redes secundarias y domiciliarias.

7- Las redes de evacuación y drenaje de aguas lluvias que se construyan serán independientes de las redes de evacuación de aguas servidas y no podrán tener interconexión entre ellas. Sin embargo, podrán ser unitarias o tener interconexión entre ellas, cuando la autoridad competente así lo disponga, fundada en un estudio de ingeniería que lo justifique desde un punto de vista técnico. Estos estudios debieran abordar los problemas que se generan por la existencia de conexiones irregulares de aguas lluvias en redes de aguas servidas.

8- Los proyectos de drenaje urbano deben propender a minimizar las disfuncionalidades, trastornos, molestias y efectos ambientales causados por los eventos frecuentes de precipitación, y proveer una gestión segura de las inundaciones menos frecuentes, de modo de evitar pérdidas de vidas humanas y de la propiedad pública y privada. Las distintas obras seleccionadas para el cumplimiento de este propósito no deben ir en desmedro del paisaje urbano.

9- La gestión de aguas lluvias, y las correspondientes obras asociadas deben minimizar el impacto de la escorrentía urbana en la calidad del agua de los cuerpos receptores superficiales y subterráneos, así como en la integridad ecológica de éstos.

10- El sistema de gestión de aguas lluvias y sus distintos elementos deben operarse y recibir mantenimiento periódico para garantizar el nivel de servicio considerado en el diseño.

LOS SERVICIOS DE DRENAJE URBANO.

Se entiende por servicio en obras públicas al conjunto de funcionalidades y prestaciones que una obra pública debe proveer durante su fase de explotación. Las funcionalidades son los principales propósitos de la obra, los que quedan definidos a nivel de política y en el diseño de la infraestructura.

Las prestaciones corresponden a las acciones que se encuentren dentro de las atribuciones y responsabilidades del prestador de servicio a cargo de la obra durante la explotación, de modo que ésta logre las funcionalidades definidas en su diseño.

Estas atribuciones y responsabilidades deben ser definidas en contratos de prestación de servicios, concesión o en otros instrumentos, tales como los manuales de conservación y operación de la infraestructura.

El principal propósito de servicio a considerar en el sistema de drenaje y sus obras es el de garantizar el bienestar de la población y preservar el medio ambiente a nivel de cuenca, de modo de proveer un control sustentable de la cantidad y la calidad de la escorrentía urbana, y soluciones integradas con el territorio. Se presentan en esta sección los distintos servicios y sub servicios asociados al drenaje de aguas lluvias, el diseño de redes y elementos, y la gestión y operación de éstos.

PLANIFICACIÓN DEL DRENAJE URBANO.

La planificación del sistema de drenaje urbano requiere una comprensión sistémica no sólo de la conformación del drenaje, sino también de su interdependencia con el ordenamiento territorial, así como de los aspectos sociales, técnicos y ambientales relevantes en cada cuenca. El sistema de drenaje urbano forma parte del sistema urbano global; correspondiendo a uno de los muchos servicios disponibles para la comunidad. Por lo anterior, los estándares definidos en los PM para una cuenca deben ser incluidos en toda la planificación urbana desde el principio. Si la etapa de planificación del drenaje se realiza con posterioridad otras relacionadas con la planificación del territorio urbano,

(por ejemplo, el diseño de una nueva subdivisión, de un área comercial o de infraestructura vial), los problemas de drenaje y asignación de espacios urbanos para el control de aguas lluvias serán más costosos y difíciles de resolver.

El drenaje urbano debe ser integrado junto con la definición del ordenamiento espacial de la urbanización, y no después. Esto es particularmente relevante cuando se desea contar con elementos superficiales que requieren de espacio potencialmente asignable a otros usos y también mantener operativo el sistema natural de drenaje, así como el control de las descargas en el medio receptor. Finalmente, el drenaje urbano debe evaluar, cuando corresponde, la coordinación con el sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas.

Los aspectos fundamentales en la planificación general del drenaje urbano tienen que ver con decisiones referidas a la ubicación de las estructuras, definición de espacios abiertos para el drenaje, la integración con las zonas de recreación, la definición de los roles de distintos servicios complementarios (agua potable, red de alcantarillado, etc.), posibles usos alternativos para los canales abiertos (por ejemplo, canales de riego que permitan a su vez evacuar aguas lluvias), elementos de detención y control de la calidad del agua.

También es necesario tomar decisiones sobre el uso de almacenamiento aguas abajo, y las técnicas a considerar, así como el almacenamiento aguas arriba y manejo a la escala secundaria y local.

La planificación del drenaje urbano debe elaborarse a partir de una base clara conformada por el conjunto de políticas previamente establecidas, las que eventualmente se pueden complementar con regulaciones, ordenanzas u otras normas más específicas, tanto de carácter nacional como local. El drenaje urbano por adoptar debe ser eficiente, sustentable, sensible con el medio ambiente e integrado a la ecología, y apreciado por la comunidad. Es altamente deseable que la planificación del drenaje urbano se plasme en los instrumentos de planificación territorial. Junto a la participación de los organismos públicos correspondientes, se requiere que los urbanizadores y otros entes privados se involucren en esta etapa de planificación, ya que sólo un diagnóstico en conjunto permite identificar claramente los riesgos y potenciales problemas.

3. CAPÍTULO 3: ASPECTOS LEGALES, NORMATIVOS Y TRÁMITES.

Se presentan los aspectos legales y normativos que regulan la participación de diversas instituciones en el desarrollo y soluciones de drenaje urbano en Chile, con especial atención a los actores y su responsabilidad en la materia. Se agrega una guía general para efectuar los trámites de presentación y aprobación de proyectos de drenaje urbano, tanto en las redes domiciliarias, secundarias, primarias o natural.

NORMAS GENERALES RELATIVAS A LAS AGUAS LLUVIAS.

-Código civil- Código de aguas – Código penal – Ley que regula sistema evacuación y drenaje de aguas lluvias (ley 19525) – Ley general de servicios sanitarios – Ley general de urbanismo y construcciones – Ordenanza general de urbanismo y construcciones – Ley 19.300 y sus modificación 20.417 de base del medio ambiente.

TRAMOS DE LA RED QUE APLICAN LAS NORMAS GENERALES.

- Red domiciliaria: se ha definido como la parte del sistema de evacuación y drenaje de aguas lluvias que queda al interior de los domicilios, y que por lo tanto pertenece a los privados. Las disposiciones legales y reglamentarias vigentes no contemplan procedimientos específicos aplicables a la ejecución de proyectos de drenaje o evacuación domiciliarios.

Al contrario, la regulación actual sugiere que las aguas lluvias se derramen directamente sobre el suelo (absorbiéndose por infiltración), en algunos casos bajo la obligación de canalizarlos.

- Red secundaria: La proyección y construcción de la red secundaria incumbe a los Serviu (entre otras funciones). Estos servicios pueden ejecutar las obras directamente o externalizándolas mediante contratos. No obstante, la ley también impone a los urbanizadores el deber de construir obras de evacuación y drenaje de aguas lluvias que integran la red secundaria.

- Red primaria: es definida formalmente por el MOP mediante el respectivo plan maestro de cada ciudad. Normalmente, la red se compone de cauces naturales o artificiales y de grandes colectores.

Los proyectos de ejecución de estas obras son generalmente estatales. El Estado puede construirlos por cuenta propia o mediante mecanismos contractuales.

- Red natural: le corresponde a los cauces, quebradas, esteros, ríos, lagos, incluso el mar, que forman parte del sistema natural de drenaje de las cuencas.

ESTRUCTURA INSTITUCIONAL.

En el drenaje y evacuación de aguas lluvias en zonas urbanas participan una serie de actores que tienen la iniciativa para construir, urbanizar y proponer soluciones en todos los niveles del sistema de evacuación, desde la red domiciliaria, secundaria, primaria y los cauces naturales. Para una presentación más racional de los involucrados se distingue instituciones del sector público y del sector privado.

SECTOR PÚBLICO.

Ministerio de obras públicas el cual participa a través de la dirección de obras hidráulicas y la dirección general de aguas. La dirección de obras públicas tiene las atribuciones en materia de obras fluviales, además de otras divisiones que también le competen.

El ministerio de vivienda y urbanismo actúa a través del Serviu a cargo de la red secundaria. También se le atribuye al ministerio del interior, ministerio de obra social, ministerio de medio ambiente y al ministerio de salud colaborar con la materia del drenaje y canalización de aguas lluvias, y así mismo a las municipalidades, les compete la administración de los bienes nacionales de uso público.

SECTOR PRIVADO.

Propietarios de terrenos urbanos, urbanizadores, empresas sanitarias, empresa de servicios públicos de telecomunicaciones y electricidad, concesionados de obras públicas y urbanizaciones de usuarios de agua.

ORGANIZACIÓN DE LOS TRÁMITES PARA PROYECTO DE AGUAS LLUVIA.

Los criterios que orienten a los distintos intervinientes, autoridades y usuarios, en el procedimiento a seguir para la elaboración de proyectos de infraestructura para el drenaje y evacuación de aguas lluvias. En general los trámites que están definidos por las instituciones competentes de acuerdo a la normativa existente se mantengan como tales. Solo se propone aclarar algunos detalles para que quede de manera explícita la forma en que estos trámites pueden acomodarse de mejor manera a proyectos de aguas lluvias, incorporando en ellos las políticas y estándares que a este respecto se han desarrollado.

GUÍA DEL TRÁMITE PARA SOLICITUD DE PLANES MAESTROS Y ESTUDIOS DE PROYECTOS DE AGUAS LLUVIAS.

- Red Domiciliaria:
Permisos de edificación de obras menores (Dirección de obras municipales).
Permisos y anteproyectos edificación de obra mayor (Dirección de obras municipales).
- Red Secundaria:
Permisos municipales para subdivisión, loteo y urbanización (DOM).
Permisos para proyectos de aguas lluvias en subdivisión, loteo y urbanización (Serviu).

TRÁMITES PARA PROYECTOS REALIZADOS POR EL SERVIU.

- Red Primaria:
Trámites para proyectos realizados por el MOP (Dirección de obras hidráulicas).
Trámites para proyectos realizados por terceros (Dirección de obras hidráulicas).
- Red Natural:
Solicitud de construcciones de grandes obras hidráulicas (Dirección general de aguas).
Solicitud de modificación de cauces naturales o artificiales (Dirección general de aguas).
Sifones y canoas que crucen cauces naturales (Dirección general de aguas).
Obras de defensa fluvial (Dirección general de aguas).
Obras de contención aluvial (Dirección general de aguas).

PROCEDIMIENTO PARA LA SUPERVISIÓN DE OBRAS.

Los trámites de inspección y recepción de obras relacionados con el drenaje urbano se deben realizar en diferentes instituciones con procedimientos similares, pero no idénticos, y en algunas ocasiones relacionados entre sí. Por lo tanto, para disponer de una visión coherente y comparable de ellos, se propone organizar estos trámites considerando los siguientes aspectos:

Formulario de solicitud.

Lista de verificación.

Diagrama de flujo del trámite.

Plazos y respuestas.

Archivo de documentos.

4. CAPÍTULO 4: ESTUDIOS BÁSICOS Y ANTECEDENTES.

Los antecedentes requeridos en la etapa de estudios básicos de los proyectos de drenaje urbano, considerando aspectos tan relevantes como la geomorfología, climatología, hidrografía y calidad del agua. También se presentan las características principales de las herramientas computacionales más utilizadas en la modelación hidrológica e hidráulica en drenaje urbano. Especial énfasis se le da a los aspectos hidrológicos, los cuales son fundamentales para caracterizar las condiciones de operación de las obras, y definir los diseños hidrológicos e hidráulicos respectivos.

Se espera que muchos proyectos y diseños de obras en las redes domiciliaria y secundaria puedan avanzar a partir de los antecedentes entregados en este manual, sin necesidad de desarrollar costosos estudios básicos. En esta identificación de estudios básicos se ha buscado separar el país en macrozonas homogéneas que faciliten el uso de este manual y garanticen criterios de diseño y estándares de servicios homogéneos para todo el territorio nacional.

El conocimiento del medio físico es fundamental para entender el funcionamiento del drenaje urbano, visualizar las consecuencias de las urbanizaciones e intervenciones urbanas, proponer alternativas de solución y dimensionar los elementos y obras para que el sistema funcione adecuadamente. Esto incluye aspectos del clima, el territorio, la hidrografía, el suelo y subsuelo.

El clima condiciona la operación y funcionamiento de los sistemas de drenaje urbano ya que constituye el marco general en el cual se desarrolla las solicitudes de servicio de las aguas lluvias y las condiciones de operación de los sistemas hídricos en las zonas urbanas.

La información climática, fundamentalmente meteorológica, es la base para el diagnóstico y dimensionamiento de los elementos de las redes de drenaje

El relieve cumple un rol fundamental a la hora de definir las cuencas y cauces del territorio nacional. Tanto la topografía como la orografía de las cuencas están estrechamente relacionadas con el régimen y tipo de escurrimiento que se desarrollará a lo ancho y largo de Chile, siendo el flujo definido muchas veces por el relieve al cual se encuentra sometido.

La hidrografía a lo largo del territorio chileno es de gran variabilidad debido a la diversidad de condiciones que influyen sobre el escurrimiento, las que están relacionadas con la orografía y topografía de las cuencas, y sobre las que influye el clima y sus distintos elementos tales como la temperatura, la humedad, las precipitaciones, la evaporación y el viento. A ello se agrega la cubierta litológica y vegetal de la cuenca, la geomorfología y las características del suelo.

La hidrogeología estudia el comportamiento del agua en el suelo y bajo él. El desarrollo de algunas de las obras de drenaje urbano debe considerar las propiedades del suelo en el diseño, sobre todo cuando aprovechan infiltración, retención y/o detención de las aguas, obligando a la interacción del agua y el suelo. Además, en situaciones en que el agua que ocupa el suelo lo hace a poca profundidad muchas de las obras que se desarrollan en superficie pueden tener contacto directo con el agua subterránea. Debido a lo anterior, se hace necesario conocer características y propiedades del suelo tales como las condiciones y facilidades de infiltración y drenaje, y además de lo que ocurre en las capas inferiores incluyendo propiedades de los acuíferos. Adicionalmente la capacidad del suelo para infiltrar agua y retenerla influye de manera directa en la escorrentía, ya que el agua que no es infiltrada pasa a formar parte del flujo superficial sobre el suelo.

La hidrología estudia el comportamiento del agua en la naturaleza. Si bien la cantidad de agua disponible en el planeta Tierra es finita y constante, está en permanente movimiento siguiendo lo que se conoce como el ciclo hidrológico, en el cual el agua se evapora desde la superficie de los mares y la tierra para pasar a la atmósfera en la cual se traslada, y una vez que se condensa precipita sobre la superficie, ya sea sobre los continentes o sobre el mar. Una vez que cae sobre el suelo, se puede infiltrar en este o escurrir sobre él.

El escurrimiento superficial forma pequeños cauces, y ríos que terminan en el mar, completando el ciclo. La parte que se infiltra puede permanecer en el suelo desde donde es evapotranspirado por las plantas y vuelve a la atmósfera, o percola profundamente para formar parte de los acuíferos y escurrir lentamente hacia el mar.

Las precipitaciones son por lo tanto el inicio de la fase terrestre del agua en el ciclo hidrológico, donde es más fácilmente aprovechable, o puede tomar contacto más directo con la humanidad y sus obras, en particular las viviendas y urbanizaciones.

La precipitación es la fuente de todo escurrimiento de agua en esteros, ríos y también del agua almacenada en el suelo o que fluye por los acuíferos. Por precipitación se entiende la lluvia, la nieve y el granizo. Ésta ocurre cuando el aire húmedo de la atmósfera se enfría lo suficiente para que el vapor de agua existente se condense alrededor de núcleos de condensación. Cuando las gotas así formadas crecen, ellas alcanzan un tamaño y un peso tal que la gravedad las hace caer. La cantidad y la intensidad de la precipitación dependen tanto de la cantidad de vapor de agua del aire como de la tasa de enfriamiento. La disminución de la temperatura de las masas de aire puede ser causada por efectos topográficos, convección térmica, acción de los frentes atmosféricos o corrientes de aire. La causa de la precipitación condiciona las propiedades de las lluvias y por consiguiente es una variable significativa para el diseño.

Por ejemplo, las precipitaciones convectivas son por lo general de corta duración, bastante intensas y afectan un área normalmente reducida. Por otra parte, las precipitaciones frontales afectan un área mayor y son normalmente de mayor duración y menor intensidad.

5. CAPÍTULO 5: TÉCNICAS DE DISEÑO DE REDES.

Este capítulo está dedicado al diseño de redes de drenaje, las cuales han sido clasificadas en red domiciliaria, red secundaria, red primaria, y red natural. En particular, se revisa en detalle la organización y uso de los elementos más comunes de un sistema tradicional de drenaje, es decir, calles, sumideros y colectores pequeños.

ASPECTOS GENERALES.

El sistema de drenaje urbano está formado por una serie de redes que se definen con el objetivo de asignar responsabilidades para la planificación, construcción, operación y mantenimiento, pero que sin embargo constituye un sistema global unificado desde el punto de vista del comportamiento de las aguas lluvias. Para organizar el sistema estas redes se han identificado como domiciliarias, secundarias, primarias y naturales, las que se vinculan en una zona urbana.

DISEÑO DE LA RED DOMICILIARIA

La red local o domiciliaria es el sistema de drenaje al interior de los predios privados, ya sea establecimientos, viviendas, condominios y sus espacios y elementos comunes, tales como veredas, calles, jardines, plazas, etc., que quedan aguas arriba del sistema público. Normalmente debe descargar hacia una red secundaria pero eventualmente podría hacerlo a la red primaria, o incluso la natural.

Toda la zona urbana de carácter privado queda definida por los límites de los predios y separada de las calles y otros bienes de uso público por la línea de edificación. En el caso en que en sitios privados existan calles el diseño de estas y las condiciones de operación se ajustarán a las condiciones propuestas para estas en la red secundaria. La red domiciliaria es responsable de recibir la mayor parte de las aguas lluvias en las zonas urbanas, alcanzando entre el 60 al 80% de ellas, y por lo tanto tiene una gran responsabilidad en los problemas que generan las aguas lluvias hacia aguas abajo.

DISEÑO DE LA RED SECUNDARIA.

El Plan Maestro de Aguas Lluvias de las zonas urbanas define la red primaria, y por exclusión la red secundaria como aquella necesaria para el drenaje urbano que queda aguas arriba de la red primaria.

De esta manera si bien no hay una definición explícita de la red secundaria para cada zona urbana se entiende que ella corresponde al sistema de drenaje urbano encargado de las aguas que reciben las urbanizaciones, incluidos los predios, y las conducen o descargan a la red primaria, o a otra red secundaria. Para ello la red secundaria de aguas lluvias está formada por un conjunto de elementos que captan, retienen y conducen las aguas lluvias en la parte inicial de las redes de drenaje urbano, hasta entregarlas a un sistema de recepción adecuado hacia aguas abajo. En las zonas que no cuentan con un Plan Maestro de Aguas lluvias, la red secundaria será la que deban desarrollar las urbanizaciones de manera de evitar los problemas que puedan generar las aguas lluvias en ellas y hacia aguas abajo.

DISEÑO DE LA RED PRIMARIA.

La red primaria queda definida en los Planes Maestros de Aguas lluvias y es la piedra angular del sistema de drenaje urbano, sirviendo de vínculo entre la red secundaria y domiciliaria y los cuerpos de agua receptores, ríos, cauces, lagos o el mar. Esta red puede incluir varios elementos tales como cauces naturales y canales artificiales, alcantarillas, grandes colectores superficiales o enterrados, elementos de regulación como lagunas, estanques o humedales.

La forma en que se desarrolla la urbanización en relación a la red primaria de drenaje puede condicionar las características de ésta, su costo y capacidad para prestar un buen servicio. La red primaria, aunque recibe una proporción muy pequeña de aguas lluvias que precipitan sobre ella, es responsable de conducir y disponer de las aguas lluvias que le entregan las redes secundarias y domiciliarias.

REDES UNITARIAS.

Las llamadas redes unitarias consisten en sistemas que están diseñados para recibir y transportar tanto, aguas servidas y residuos líquidos como aguas lluvias. En general, por estas redes se conduce un flujo de temporada seca que consiste en residuos líquidos domésticos e industriales los cuales son conducidos a plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) de la zona urbana que sirve antes de ser descargados al medio receptor natural.

Durante la temporada húmeda o de lluvias, por esta misma red se transporta además las aguas lluvias, lo que resulta en una combinación de aguas lluvias y residuos domésticos e industriales. En estas condiciones cuando el caudal total a transportar excede la capacidad de los colectores y o de las plantas de tratamiento, se produce como consecuencia el desbordamiento de la red unitaria generándose vertidos de aguas sin tratar a los medios receptores, conocidas como DSU.

El sistema unitario puede ser adoptado en aquellas localidades donde existan situaciones de hecho (como ocurre en zonas ya desarrolladas con múltiples servicios y dificultades de espacio para nueva infraestructura, o incluso en sectores con redes unitarias ya establecidas y operativa) que limiten el uso de otro tipo de sistemas y en áreas urbanas densamente pobladas, donde los volúmenes anuales drenados de aguas residuales son mayores que los de aguas lluvias, en cuyo caso no se requiere un sobredimensionamiento excesivo de la red, o cuando resulte ser la mejor alternativa técnica, económica y ambiental, incluyendo consideraciones de tratamiento y disposición final de las aguas combinadas, para lo cual es recomendable hacer estudios de modelación de la calidad del agua del cuerpo receptor en donde se demuestre que los impactos generados por las descargas del alcantarillado combinado, permiten cumplir con los usos asignados a dicho cuerpo

CAUCES Y SISTEMAS RECEPTORES.

Los cauces y sistemas receptores quedan definidos en el Plan Maestro a partir de las descargas de la red primaria. Estos sistemas corresponden a elementos naturales y son el destino final de la red de drenaje urbano, pero no forman parte de ella.

Se trata de cauces, lagos, o el mar, con aportes desde cuencas más amplias y que están en contacto con las zonas urbanas, de manera que su participación es servir como destino final de las aguas lluvias y como tales imponen condiciones de borde desde aguas abajo para las descargas, tanto para caudales, como en niveles, lo que se traduce en condiciones de diseño y operación. Claramente no se pueden considerar como medio receptor a los canales de riego u otros elementos artificiales empleados para otros fines. Estos sistemas receptores reciben la totalidad de las aguas lluvias generadas en la zona urbana principalmente a través de descargas de la red primaria, pero alternativamente también pueden recibir descargas directas de redes secundarias o incluso domiciliarias. Además, cuentan con aportes propios de otra parte de la cuenca o de otras cuencas, naturales o urbanas, que en la mayoría de los casos serán más importantes en cantidad que las aportadas por la red de drenaje urbano.

VOLUMEN 2: DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE URBANO.

El volumen 2 agrupa dos capítulos destinados a presentar los criterios de diseño hidráulico y estructural de obras de drenaje urbano.

6. CAPÍTULO 6: DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS.

Se presenta en detalle la selección, diseño y dimensionamiento de las distintas obras de drenaje, clasificadas como obras de infiltración, almacenamiento y conducción, junto con otros elementos anexos. Este es el volumen más extenso del manual, y considera ejemplos de diseño con planillas de cálculo especialmente desarrolladas para este propósito. Se entregan además los planos de estos diseños, así como otros planos de obras ya construidas y obras tipo.

Las tareas básicas de las obras que se proponen son infiltrar, almacenar o transportar las aguas lluvias como objetivo principal. En general se da mayor relevancia a la infiltración y almacenamiento en los sectores iniciales, o aguas arriba del sistema de drenaje, en la red domiciliaria y secundaria, y al transporte y descarga en las redes de aguas abajo, esencialmente la primaria. A pesar de este énfasis en todas las redes se debe favorecer el almacenamiento y abordar el tema del transporte.

Las obras incluidas consideran básicamente aquellas directamente relacionadas con el drenaje de aguas lluvias y no las que si bien pueden formar parte del sistema de drenaje se proyectan con otros fines, como ocurre con las calles. Para facilitar su uso se han calificado y agrupado de acuerdo con lo siguiente:

- Infiltración: desconexión de áreas impermeables, techos verdes, franjas filtrantes, jardines de aguas lluvias, estanques de infiltración, zanjas de infiltración, pozos de infiltración, pavimentos porosos, pavimentos celulares.
- Almacenamiento: elementos de almacenamiento local, estanques, lagunas, obras de almacenamiento subterráneo.
- Conducción y transporte superficial: sumideros, canaletas y bajadas de agua, zanjas con vegetación, canales superficiales de pasto, con vegetación, revestidos, caídas y disipadores de energía.
- Conducción y transporte subterráneo: cámaras de inspección, tubos o colectores de pequeño diámetro y colectores de gran tamaño.
- Obras especiales y anexas: válvulas y compuertas, sedimentadores, vertederos de rebase, sifones, rompe cargas, rejillas.
- Obras en redes unitarias: aliviaderos de tormenta, estanques de retención, sumideros sifónicos y elementos de ventilación.

7. CAPÍTULO 7: DISEÑO ESTRUCTURAL DE OBRAS.

Se presentan los criterios de diseño estructural de obras de drenaje urbano.

ALCANCES.

Los métodos de cálculo, los estados de carga y condiciones especiales que no estén especificados en estos criterios, y que corresponda ser aplicados, deberán ser indicados por el proyectista en sus bases particulares de diseño estructural, las que deberán ser sometidas a la aprobación de la DOH, al inicio del proyecto.

Las bases particulares de diseño estructural, las memorias de cálculo, los planos estructurales y sus notas, como las especificaciones de construcción, deberán estar en idioma español.

Las modelaciones estructurales y memorias de cálculo deberán ser lo más claras posibles, a fin de facilitar la revisión de los cálculos por parte de los ingenieros revisores.

La cubicación de las armaduras y del hormigón deberá incluirse en los planos por medio de cuadros de enfierraduras, indicando diámetro, forma, dimensiones y número identificador de cada barra.

El sistema de unidades a utilizar en las memorias de cálculo será el sistema métrico decimal (m, cm, mm, ton, kg, etc.) En general, las dimensiones en planos para estructuras de hormigón se expresarán en cm, en tanto que, para estructuras metálicas, se indicarán en mm.

Los planos, en plantas y cortes principales, deberán usar sólo las escalas 1:100, 1:50, 1:25 y 1:20. En detalles: 1:10 y 1:5. En todo caso, la elección de las escalas se hará de tal manera que permitan apreciar con claridad todos los detalles del proyecto

La estructura de la memoria de cálculo deberá incluir, a lo menos, el desarrollo de los siguientes ítems en su contenido y en el orden que se indica:

ÍNDICE.

Descripción General.

Normas y Antecedentes Utilizados.

Base de Cálculo (definición de cargas, materiales, información del suelo, parámetros sísmicos, etc.).

Consideraciones Especiales (alcances de los modelos, presencia de napa, etc.).

Desarrollo (modelación, casos y combinaciones de cargas, consideraciones del suelo, estabilidad, diseño, etc.).

Cubicaciones (hormigones, aceros).

VOLUMEN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL DRENAJE URBANO.

Volumen destinado a la presentación de especificaciones generales para obras de drenaje urbano, incluyendo las de construcción y las de operación y mantención. Se agregan en este volumen 4 anexos que contienen formularios, listados, glosario y referencias.

8. CAPÍTULO 8: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN.

Orientadas a definir detalles técnicos para la construcción y control de obras hidráulicas destinadas al drenaje urbano. Para poder organizarlas de manera independiente con una referencia general en este capítulo se considera una numeración especial, considerando en la organización formatos del Manual de carreteras de la dirección de vialidad.

Las especificaciones técnicas generales (ETG), en conjunto con las especificaciones técnicas especiales (ETE), son complementarias a la totalidad de los antecedentes del proyecto. Todas las obras deben ser ejecutadas de acuerdo con los planos de diseño definitivo de las obras y las adecuaciones, autorizadas o indicadas por el Inspector Fiscal, que se elaboren durante el presente contrato, en lo que se refiere a dimensiones, alineaciones, pendientes, disposiciones, armaduras, tratamientos, etc. El contratista, deberá proporcionar todos los materiales, mano de obra, equipos y maquinaria para la ejecución total del proyecto, excepto las partidas que se indican.

Las obras de extensión o modificación de redes para los empalmes eléctricos, corrientes débiles, semáforos, postaciones eléctricas, agua potable, aguas servidas, u otros servicios, si los hubiera, las ejecutará directamente la respectiva empresa de servicios que corresponda y serán canceladas por la DOH, bajo la modalidad de valor proforma, no obstante, la responsabilidad de gestionar la realización de estas obras será del contratista.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista presentará al inspector fiscal, un documento fotográfico a color, que refleje las condiciones existentes a nivel de superficie y que sirva posteriormente de base para la restitución final y limpieza general del área de trabajo.

Deberá contener vistas generales y de detalle que permitan controlar posteriormente, el trabajo de restitución. La falta de antecedentes para la restitución será resuelta por el inspector fiscal, unilateralmente. En un plazo máximo de 10 días corridos desde la entrega de terreno, el Contratista deberá efectuar una filmación completa, en formato de video digital, del eje y perímetro del área de trabajos.

El recorrido se realizará en forma continua a una velocidad no superior a 30 km/hr que muestre el detalle de la situación actual del terreno y de su perímetro.

9. CAPÍTULO 9: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN.

Orientadas a definir detalles técnicos para la operación y mantenimiento de obras de drenaje urbano. Para poder organizarlas de manera independiente con una referencia general en este capítulo se considera una numeración especial.

La explotación de un sistema de drenaje urbano requiere coordinar un conjunto de acciones para asegurar el buen funcionamiento del sistema en las condiciones existentes. Además, debe considerar la ampliación y crecimiento de este según las necesidades de las ciudades, incluyendo la conservación de las obras de manera de cumplir con los objetivos de minimizar los efectos de inundaciones y controlar la calidad de las descargas en el medio receptor. Estas tareas se pueden organizar en la Operación y Conservación, incluyendo en ésta la mantención tanto preventiva como reparadora, de las obras y elementos que forman el sistema.

La operación o explotación general del sistema debiera incluir las actividades para que un sistema de drenaje urbano funcione correctamente una vez efectuadas las tareas de planificación, desarrollo de proyectos y construcción de obras, es decir contemplaría el mantenimiento de información y bases de datos, la operación del sistema en tiempos entre tormentas y durante ellas, así como una vez que ocurren eventos especiales y finalmente la inspección, mantención y conservación, que dada su relevancia se plantean aparte.

Adicionalmente, la operación de estos sistemas requiere información al público y un conocimiento de las características de las redes y sus obras por parte de la ciudadanía, a la que se trata de proteger, tanto personalmente como en sus actividades y bienes, y por lo tanto debe estar informada. Para ello se agrega un subcapítulo destinado a la señalización.

En sistemas separados, la operación del sistema de drenaje recae en el MOP, para la red primaria, y en el MINVU para la red secundaria. En el caso del sistema sanitario corresponde a la empresa sanitaria, y en algunos casos a municipios. Sin embargo, es del todo conveniente que la operación de la red de drenaje se haga centralizadamente recayendo la responsabilidad de su explotación y operación en el MOP que a partir de la red primaria, ejerza un control hacia aguas arriba Para una explotación centralizada de los sistemas de drenaje se requiere un conjunto de instalaciones, componentes y equipamientos: redes domiciliarias, secundarias, primarias, elementos de captación, infiltración y regulación; instalaciones de regulación, sistemas de información y control, y equipamientos auxiliares.

MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS.

La Dirección General de Aguas, como Organismo del Estado encargado de la Administración de Recursos Hídricos en Chile, debe desarrollar una serie de labores y actividades para dar cumplimiento a sus funciones, debiendo entre otras cosas, dirimir técnica y legalmente las materias de Administración de Recursos Hídricos que se someten al pronunciamiento de la Dirección General de Aguas, que dicen relación con la adquisición y ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas.

La Dirección General de Aguas, tiene como norte en este aspecto, la prestación de un servicio, cada vez de mejor calidad, con pleno sometimiento a las leyes y normas correspondientes, considerando la necesidad de simplificar los trámites, agilizando los procedimientos, no exigiendo más formalidades que las previstas por la ley o el reglamento.

Por otra parte es necesario además, que el ejercicio de la autoridad sea transparente, razonado, no arbitrario, respetuoso, diligente, oportuno y motivado por encima de intereses individuales o de grupos; velando permanentemente por el cumplimiento y aplicación de las reglas dentro del ámbito de nuestras atribuciones.

La demanda del recurso agua, debido al desarrollo del país, ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, lo que provoca el surgimiento de problemas de escasez y deterioro de la calidad de las aguas, con la consiguiente aparición de conflictos entre distintos sectores de usuarios. Dentro de este contexto, la labor de administración del recurso hídrico se hace más dificultosa, requiriéndose actualizar, complementar y en definitiva establecer procedimientos claros y expeditos, a fin de optimizar la gestión de la Dirección General de Aguas en materia de Administración de Recursos Hídricos, mejorando la capacidad de respuesta del Servicio, frente al creciente número de solicitudes que presentan los usuarios en este ámbito.

Dentro de este contexto se requiere efectuar un análisis de los procedimientos que dispone la Dirección General de Aguas para abordar las materias que le competen a la luz de las disposiciones del Código de Aguas y que dicen relación con la adquisición y ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas, temas medioambientales, etc. Dichos procedimientos deben contemplar, dentro del contexto del Código de Aguas y otras regulaciones pertinentes vinculadas al tema de aguas, la actualización, complementación e incorporación de procedimientos técnico-administrativos claros y precisos, con el objeto de optimizar la gestión de la Dirección General de Aguas frente a demandas cada vez más crecientes del recurso agua, dentro de un escenario de un uso del recurso más intensivo y competitivo.

OBJETIVO.

El objetivo fundamental de este documento es el de disponer de las bases generales que permitan definir en forma clara y precisa los procedimientos relacionados a la Administración de Recursos Hídricos, que corresponden dentro de las atribuciones y funciones de la Dirección General de Aguas.

El presente manual de normas y procedimientos para la administración de recursos hídricos incluye aspectos desde un nivel general hasta un nivel detallado y los pasos y/o criterios a seguir para abordar estas materias.

LA GESTIÓN.

Frente a un escenario de una creciente demanda de solicitudes relacionadas con la adquisición y ejercicio de derechos de aprovechamiento de agua, cuyo análisis y resolución se hace cada vez más complejo; aparece como fundamental mejorar la gestión y capacidad de respuesta del Servicio.

RESPONSABILIDADES.

Con el objeto de evitar duplicidad de revisiones, mejorando la eficiencia de las labores en torno a la Administración de Recursos Hídricos, la gestión de la Dirección General de Aguas en este ámbito se realizará sobre la base de las responsabilidades que cada unidad de trabajo debe asumir en la tramitación de un expediente, y que se indican a continuación.

RESPONSABILIDADES A NIVEL REGIONAL.

Las oficinas regionales de la dirección general de aguas deben proceder a tramitar íntegramente los expedientes que se generan en la respectiva región, con el grado de procesamiento establecido en sus atribuciones; procediendo a resolver totalmente aquellas materias relativas a la aplicación del código de aguas que les han sido delegadas para su resolución y a revisar, analizar, estudiar y proponer la resolución respectiva en aquellas materias que son resueltas por el nivel central.

Dentro de este contexto, las oficinas regionales de aguas, a través de su unidad de administración de recursos hídricos, deberán efectuar lo siguiente:

- Ingreso del expediente al subsistema de expedientes del catastro público de aguas (C.P.A.), con lo cual se obtendrá la identificación del expediente.
- Revisión formal del expediente (de la solicitud, publicaciones legales y emisiones radiales, memoria explicativa si corresponde, así como de los antecedentes técnicos y legales pertinentes)

-Dar traslado y resolución de oposiciones, cuando corresponda.-Elaboración de certificados sobre presentación de oposiciones y presentación de recursos de reconsideración. - Solicitar fondos al peticionario, para efectuar las correspondientes inspecciones de terreno.

INSPECCIÓN A TERRENO.

-Elaboración de Informe Técnico, el cual debe contener explícitamente aquellos aspectos necesarios para resolver el problema incluyendo una conclusión y proposición clara.

-Realizar el ofrecimiento de caudales disponibles para constituir, si corresponde.

-Resolución del expediente, a través de la dictación de la respectiva resolución o envío a Tribunales según corresponda.

RESPONSABILIDADES DE NIVEL CENTRAL.

Se establece en primer lugar que el departamento de administración de recursos hídricos es la unidad de trabajo sobre la cual gira la coordinación, supervisión y trámite de los expedientes generados en el ámbito de la administración de recursos hídricos en el país, generando y revisando los criterios técnicos a aplicar a nivel nacional.

CAPITULO 2: PROBLEMÁTICA EN LA RED DE EVACUACIÓN Y DRENAJE
DE A.LL. EN LOTA.

GENERALIDADES.

Durante una larga cantidad de tiempo Lota a sido protagonista de frecuentes inundaciones en temporada de lluvias, el problema se agrava cuando se intensifican y colapsa el sistema de canalización. Las causas de este efecto negativo serán explicadas en este capítulo a través de evidencias que delatan la problemática.

La comuna de Lota históricamente se ha visto enfrentada a inundaciones de gran envergadura.

Con esto queda en evidencia que el sistema de colectores existentes en la actualidad no es capaz de soportar la cantidad de agua que cada invierno capta la comuna, ya sea por medio de las lluvias, flujos de ríos, canales y/o napas subterráneas.

Una inundación conlleva costos sociales, de salud, educacionales, culturales y económico, ya que producto de las inundaciones se paralizan colegios, se dificulta la atención en hospitales, el comercio pierde mercadería, afloran enfermedades y se debe invertir en formas de secado y saneamiento de los hogares e instituciones afectadas, costos que finalmente llegan al usuario/consumidor y a su municipio.

La falta de capacidad y mal estado de conservación de la infraestructura de captación asociada y la influencia marítima sobre la descarga del canal Caupolicán de Lota, son los principales motivos de los problemas de anegamiento de los sectores centro y Lota bajo, los cuales se presentan todos los años y se agravan durante eventos extremos.

En el año 2004 concluyo el plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias en la ciudad de Lota, realizado por la dirección de obras hidráulicas y particulares. En este estudio se proponen soluciones a los problemas de inundaciones identificados y se efectúa una planificación para el desarrollo de la red de evacuación y drenaje de aguas lluvias, sobre la base de los cauces naturales y principales canales y colectores existentes en esta ciudad.

Con motivo del temporal ocurrido el pasado 11 y 12 de Julio del año 2006, la región del Bío Bío fue declarada como zona de catástrofe. Tras dicha medida el ministerio de obras públicas tramito la declaración de emergencia a la ejecución de diversos estudios y obras para dicha región, entre los que se encuentran el decreto MOP N°476 del 18-07-2007, lo cual se refiere a un proyecto en la comuna de Lota.

Entre las obras prioritarias definidas en el plan maestro de Lota, se encuentra el mejoramiento de los canales de aguas lluvias Caupolicán y su afluente Bannen, que constituyen las principales vías de evacuación de varios sectores de esta ciudad, incluyendo el sector centro y sector Lota bajo, que estarían entre los más afectados por las inundaciones por tratarse de zonas bajas, de poca pendiente e influenciadas por la marea.

DATOS RELEVANTES.

INFORME DE SISTEMA FRONTAL DEL 10 AL 13 DE JULIO, AÑO 2006.
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN CIVIL DEL MINISTERIO DEL INTERIOR.

Un sistema frontal que afectó a la zona centro sur, generando impacto sobre las personas y sus bienes. Este evento se concentró mayoritariamente en la región del Bío Bío. Se anegaron viviendas por anegación de aguas y por desborde de ríos, esteros y canales tanto urbanos como rurales y hubo voladura de techumbre producto del viento.

Al término del evento, Concepción registraba un superávit de un 35% totalizado hasta esa fecha 816mm de agua caída en comparación a 604 como promedio normal a la fecha. Particularmente en la comuna de Lota, este evento tuvo un impacto de tal magnitud que dejó a 4750 personas afectadas y damnificadas, alrededor de 100 viviendas destruidas y 100 viviendas con daño mayor. Dentro de este evento ocurrió un deslizamiento de tierra en el sector de población de España, villa las araucarias, los aromos, ilusión, el blanco y polvorín de la comuna de Lota, lo cual generó suspensión de clases en la totalidad de la región.

Este fenómeno meteorológico afectó de manera importante a las viviendas, coste de suministro eléctrico, producto de deslizamientos, inundaciones y derrumbes, generando asilamiento temporal de una cantidad significativa de personas.

ANÁLISIS CUANTITATIVO. CIFRAS PEAK DAÑOS A PERSONAS Y AFECTACIÓN DE VIVIENDAS.

Antuco	3900	32	10		20	10	2
Quilaco	217	217	12		32		
S. Barbara	3000	1709	20		111	154	22
Mulchen	3255	3255	280		551	100	
Nacimiento	20000	5500	296		441		3
Laja		180	180				18
S. Rosendo		25	25				4
Alto Bío Bío	217	217	12		32		
Yumbel	66	62	4		17	9	
Concepción	120000	8000	402		7126	39	7
Talcahuano	5886	788	7		1133	132	42
Penco	436	301	63		200	185	80
Tome	13000	110	105		2500	53	11
Florida	166	83	11			1	8
Hualpen	4500	1712	50		259	83	3
Hualqui	18619	2378	250		250	30	35
S. Juana	13400	88	27		5	3	7
Lota	4750	4750				110	100
Coronel	2360	225	84		162	76	24
S.Pedro	12704	2680	416		3233	536	40
Chiguayante	5000	500	21		3500	130	6
Lebu	11010	822	6		5	10	1
Arauco	12400	925	173		3100	100	3
Curanilahue	13000	600	10		7000	150	
Cañete	350	700	30		10	12	
Contulmo	40	30			17		
Tirua	150				60		
TOTAL	291397	51206	3158		33077	2334	600

3 FIGURA 2-1 TABLA DE PERSONAS AFECTADAS

Fuente: Departamento de protección civil del ministerio del interior.

EVALUACIÓN DE IMPACTO GEOGRÁFICO.

Este evento afectó espacialmente una amplia zona del territorio nacional comprendida entre la V Región por el norte y la XI Región por el sur. En materia de damnificación a personas fueron afectadas 6 de las 13 Regiones. El área cubierta por estos eventos es la que concentra la mayor cantidad de habitantes y representa el 63% de la población total del país. De acuerdo a la representación gráfica que se adjunta (Damnificación por Región) se observa que el área mayormente afectada es la comprendida entre la VII y IX Regiones, con la VIII Región como la de mayor impacto

Fuente: Gobierno de Chile, oficina nacional de emergencia.

FERIA DE LOTA SE LLEVÓ LA PEOR PARTE DEL FRENTE Y LLUVIAS CONTINUARÍAN HASTA TARDE DE HOY.

10 DE AGOSTO DEL 2017

En la Feria de Lota Bajo una lluvia fuerte es sinónimo de desastre. Por eso, apenas sintió caer las primeras gotas de lluvia, Marco Antonio Lagos Ormeño corrió a su tienda de artículos deportivos. No quería que le pasara lo mismo que en abril pasado, cuando la lluvia y el barro le causaron pérdidas por 2 millones de pesos.

“Una vez más Lota Bajo se inundó producto de la lluvia. En abril nos pilló con mercadería a ras de piso, por eso esta vez alcancé a dejar mis productos sobre un metro y la inundación fue de 50 centímetros más o menos”, explicó el comerciante. Estuvo desde las cuatro de la madrugada limpiando su negocio, lleno de barro.

“Y esto es muy frecuente. Todos estamos esperanzados en que el colector de aguas lluvias que se está construyendo sea la solución definitiva, pero mientras esta obra no termine, siempre vamos a estar expuestos a este tipo de situaciones, como ha sido históricamente, porque la lluvia colapsa los colectores y todos nos inundamos”, dijo y lamentó el día de trabajo perdido, por las pérdidas económicas.

Fuente:<https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2017/08/10/feria-de-lota-se-llevo-la-peor-parte-del-frente-y-lluvias-continuaran-hasta-tarde-de-hoy.html>

LOTA, CIUDAD DE MINEROS.

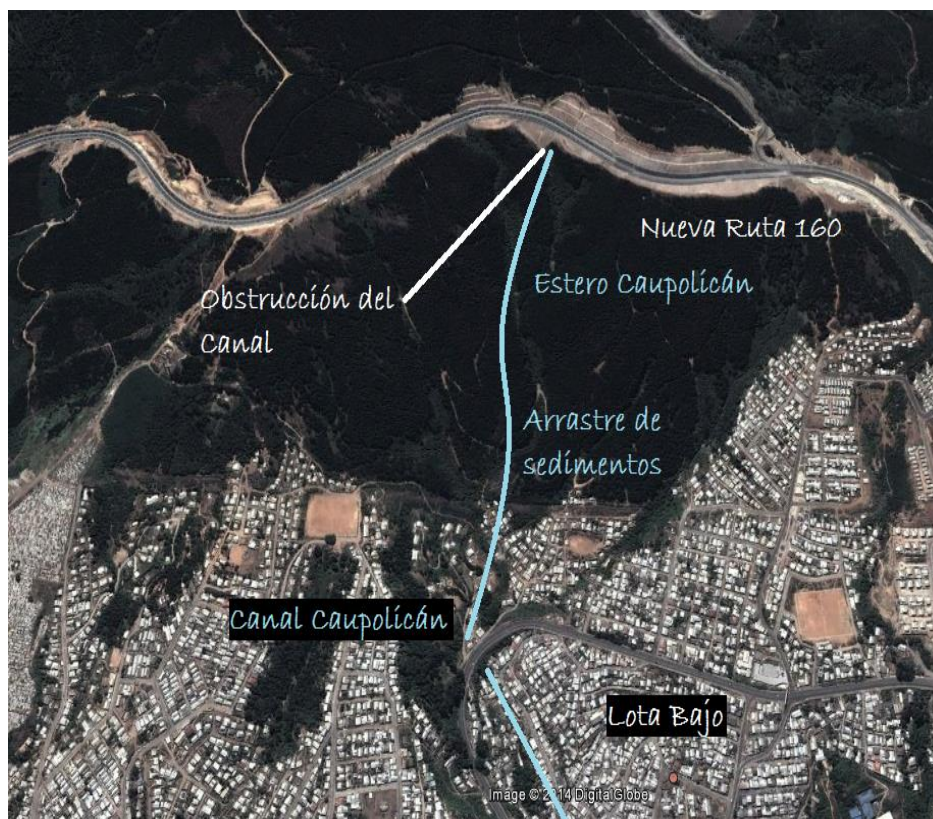
10 de junio del 2014.

Comentario de un poblador:

En cuanto al Canal Caupolicán, hartó se ha criticado, pues en los últimos intentos de limpieza de este canal, hasta un maniquí encontraron en medio de la basura: razón fundamental para que colapse y se inunden las calles colindantes.

Ahora, recordemos que el Hospital de Lota Bajo inició su construcción en la década del 40 y presenta una notoria arquitectura de aquellos años (art-decó), la cual ya no está en función de contener la demanda de público, sumemos a eso las inundaciones de algunos sectores como Urgencia y farmacia que están contruidos bajo la cota de inundación.

Hace un poco de tiempo con un acompañante, decidimos remontarnos por el canal Caupolicán, hasta encontrar sus orígenes en los cerros cercanos. Nuestra sorpresa fue mayúscula cuando nos topamos de golpe con la nueva Ruta 160 que pasa por la zona alta de Lota. ¡Exacto! está obstruyendo parte del joven canal, y para colmo, toda la tierra gredosa que se sacó del cerro, se arrojó quebrada abajo por el mismo canal.



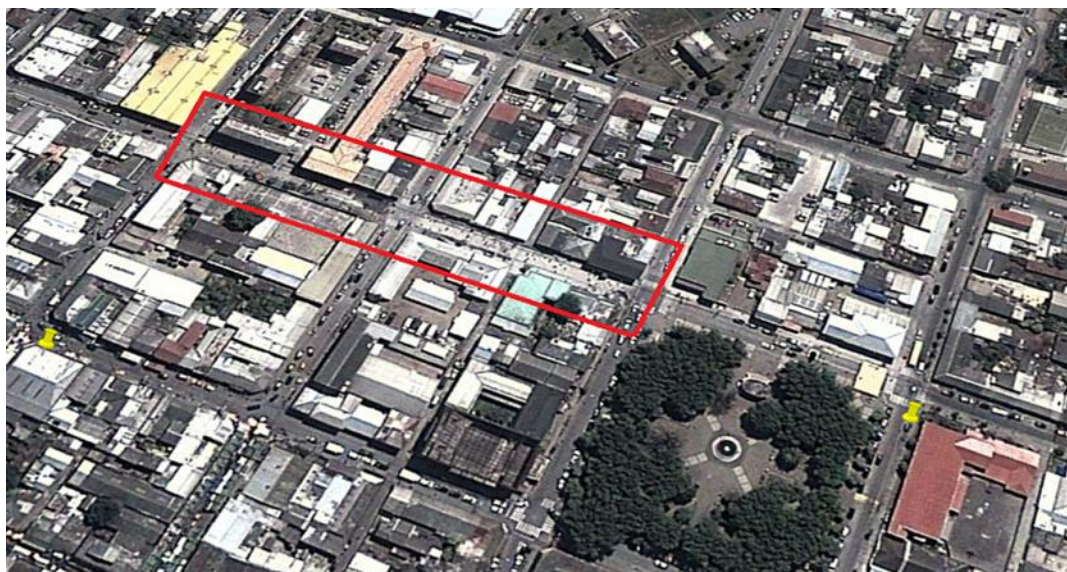
4 FIGURA 2-2 MAPA AEREO SECTOR RUTA 160 Y ESTERO CAUPOLICAN.

Fuente: <https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2017/08/10/feria-de-lota-se-llevo-la-peor-parte-del-frente-y-lluvias-continuaran-hasta-tarde-de-hoy.html>

Esta es una buena razón del porque el centro se inunda, pero con barro el cual desciende desde este canal.

El nacimiento del Canal Caupolicán se halla obstruido por, literalmente, una montaña de tierra que la empresa Acciona arrojó por la quebrada para construir la carretera, es esta misma tierra la que va a parar al centro de la ciudad (corroborémoslo con el color de las aguas que inundan las calles de Lota Bajo)

He aquí un interesante punto: nuestro paseo central ha sido remodelado varias veces desde el año 2000, cambia su forma con cada administración, ahora bien, como todo Lota Bajo, el suelo es arenoso; la ciudad ha sido construida sobre una antigua playa que existió aquí en época de la conquista de Chile. Me detengo en la remodelación que se llevó a cabo hace unos cuantos meses: bien lindo quedó el centro, sin embargo, algo me llama poderosamente la atención: ¿Dónde están los desagües o los drenajes para la lluvia? ¡Chascarro! no quiero pensar que los olvidaron, pero no deja de llamar la atención que en las dos cuadras del paseo, no hay ni un solo sumidero para la lluvia, salvo en las calles perpendiculares.



5 FIGURA 2-3 DEMARCACION DE PASEO PEATONAL (LOTA)

Fuente: <https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2017/08/10/feria-de-lota-se-llevo-la-peor-parte-del-frente-y-lluvias-continuaran-hasta-tarde-de-hoy.html>

Nuestro paseo peatonal se halla dentro de este rectángulo rojo, sin embargo, no existe un solo sumidero para evacuar las aguas.

Fuente: <https://laciudadelosmineros.blogspot.cl/2014/06/se-inundaba-tambien-la-ciudad-de.html>

LLUVIAS PROVOCARON INUNDACIÓN EN EL HOSPITAL DE LOTA.

Publicado: viernes 6 de junio de 2014 a las 11:49

Autor: Cooperativa.cl

Las fuertes lluvias registradas en la Región del Biobío causaron el anegamiento de dos consultorios y el Hospital de Lota, que según sus funcionarios sufre esto por quinto vez en el mes.

El presidente de Fenats Lota, Octavio Salgado, dijo que "se inundó nuevamente. Ya van cinco veces en un mes este hospital con aguas servidas y aguas lluvia".

"Como funcionarios estamos cansados y estamos haciendo una protesta porque las autoridades del Servicio de Salud de Concepción y la Intendencia no se han hecho presentes y estamos más arriba de la coronilla porque no se puede atender bien al público", expuso.

También resultaron inundadas al menos once casas en el sector de Colcura por lo que Bomberos debió actuar incluso con botes para rescatar a vecinos aislados.



6 FIGURA 2-4 INUNDACION HOSPITAL

http://www.cooperativa.cl/noticias/site/artic/20140606/imag/foto_0000000120140606115133.jpg

El presidente de la junta de vecinos, Luis Henríquez, explicó que "en este momento tenemos varias casas inundadas. Las aguas no tienen por dónde salir, ese es el problema: el agua de los cerros no tiene por dónde salir".

Fuente: www.radiocooperativa.cl/noticias/pais/regio-del-bio-bio/lluvias-provocaron-inundacion-en-el-hospital-de-Lota/2014-06-06/115133.html

INTENSAS LLUVIAS INUNDARON EL CENTRO DE LOTA.

Se han registrado al menos 34 milímetros de agua caída en la zona.

Publicado: miércoles 9 de agosto de 2017 a las 07:57

Autor: Cooperativa.cl

Las intensas lluvias registradas durante la madrugada en la Región del Biobío, con la caída de 34 milímetros de agua, provocó serios estragos principalmente en sectores de la comuna de Lota, prácticamente todo el centro de Lota resultó inundado con al menos 30 centímetros de agua, que incluso ingresó a viviendas y a locales comerciales.

En tanto, Mauricio Silva, encargado de emergencias del municipio, sostuvo que "durante la madrugada cayó bastante agua, lo que provocó anegamientos en varios sectores del centro de Lota Bajo, aproximadamente 20 cuadras, con 30 centímetros de inundación".

"Ahora estamos haciendo la evaluación de cuántos locales comerciales tenemos con afectación producto de esta inundación. En estos momentos ha parado un poco la lluvia, pero el agua sigue bajando de los cerros hacia el sector céntrico", añadió el representante municipal.

Las precipitaciones se concentraron entre las 22:00 horas del martes y las 06:30 horas de este miércoles, lo que complicó la reacción de las autoridades, ya que "si bien estábamos avisados de un sistema frontal, la cantidad de agua que cayó en pocos minutos fue demasiado", enfatizó Silva.

Para esta jornada además se espera el inicio de las marejadas anormales que afectarán desde el Golfo de Penas hasta Arica, que también estarán presentes en la Región del Biobío, por lo que la Municipalidad de Lota reforzó los sectores de Pueblo Hundido, donde se instalaron sacos de arena en el frontis de las casas para evitar mayores complicaciones.



7 FIGURA 2-5 FOTOGRAFIA DE CALLES INUNDADAS EN LOTA

Fuente: <http://www.cooperativa.cl/noticias/pais/tiempo/intensas-lluvias-inundaron-el-centro-de-lota/2017-08-09/075017.html>

ALCALDE DE LOTA POR INUNDACIONES: “ES UN DESASTRE LA COMUNA”.

6 de junio del 2004.

“Ha colapsado todo, el hospital, la feria, los colegios, la posta, el comercio. Es un desastre la comuna”, así de claro fue el alcalde de Lota, Patricio Marchant quien culpó a la administración municipal anterior por las graves consecuencias que ha tenido el temporal en su ciudad.

Marchant afirmó que hay una serie de factores que han incidido en que la comuna se haya visto tan afectada, como, por ejemplo, los trabajos que realiza la concesionaria de la ruta 160, Acciona, la gran cantidad de agua caída, pero sin duda, lo más relevante es la poca limpieza que tiene el canal Caupolicán que atraviesa la ciudad y que por estos días está lleno de basura.

Explicando que antes había una empresa contratista que limpiaba el canal, pero “la administración anterior cambió la empresa contratista por cuadrillas de los planes de emergencia, y éstos no lo hacen como corresponde”.

El jefe comunal añadió que su municipio tiene a todos los organismos desplegados y que con los pocos recursos que tienen pedirán a la Onemi, una bomba de agua y herramientas para limpiar la comuna.

“No tenemos otras alternativas, más que llamar a la empresa privada que nos ayude, no tenemos recursos”, afirmó el edil lotino.



8 FIGURA 2-6 PLAZA CHILLANSITO INUNDADA

Fuente: <http://www.soychile.cl/Coronel/Sociedad/2014/06/06/253974/Alcalde-de-Lota-por-inundaciones-Es-un-desastre-la-comuna.aspx>

FOTOS RESCADATAS DE LA WEB QUE MUESTRAN LAS INUNDACIONES EN EL SECTOR DE LOTA.



9 FIGURA 2-7 SECTOR CALLE MONSALVE (FERIA)

Fuente:<http://www.chvnoticias.cl/nacional/inundaciones-y-cortes-en-luz-tras-sistema-frontal-en-lota/2017-08-13/150304.html>



10 FIGURA 2-8 SECTOR CALLE CAUPOLICÁN (ESQUINA FERIA)

Fuente:<http://www.soychile.cl/Coronel/Sociedad/2014/06/06/253931/Lota-colapsada-por-las-lluvias-el-Hospital-se-inundo-por-quinta-vez-en-este-mes.aspx>



11 FIGURA 2-9 SECTOR PASEO PEATONAL

Fuente:<http://www.biobiochile.cl/noticias/2014/04/30/lluvias-inundan-las-calles-del-centro-de-lota.shtml>



12 FIGURA 2-10 SECTOR CALLE CAUPOLICAN (ESQUINA HOSPITAL)

Fuente:<http://www.cnnchile.com/noticia/2017/08/13/alcalde-de-lota-en-menos-de-una-semana-lota-se-ha-inundado-tres-veces>



13FIGURA 2-11 SECTOR FERIA DE LOTA

Fuente:<http://www.comparte.org/fuertes-inundaciones-afectan-a-las-familias-de-los-ninos-apadrinados-debido-al-temporal-que-esta-arrasando-la-region-del-bio-bio-en-chile/>



14 FIGURA 2-12 INUNDACION HOSPITAL

Fuente:<http://www.emol.com/noticias/nacional/2014/06/06/663980/hospital-de-lota-se-inunda-por-quinta-vez-en-lo-que-va-del-ano.html>

CAPITULO 3: PLAN MAESTRO PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN LOTA

GENERALIDADES

Para generar una solución que termine con las inundaciones se elaboró un plan maestro de aguas lluvias, el cual se centra en crear un nuevo colector de grandes dimensiones. Este colector se ubicará en el mismo eje del colector antiguo y será quien recibirá las aguas de las futuras obras que están dentro del plan maestro, pero en las otras etapas.

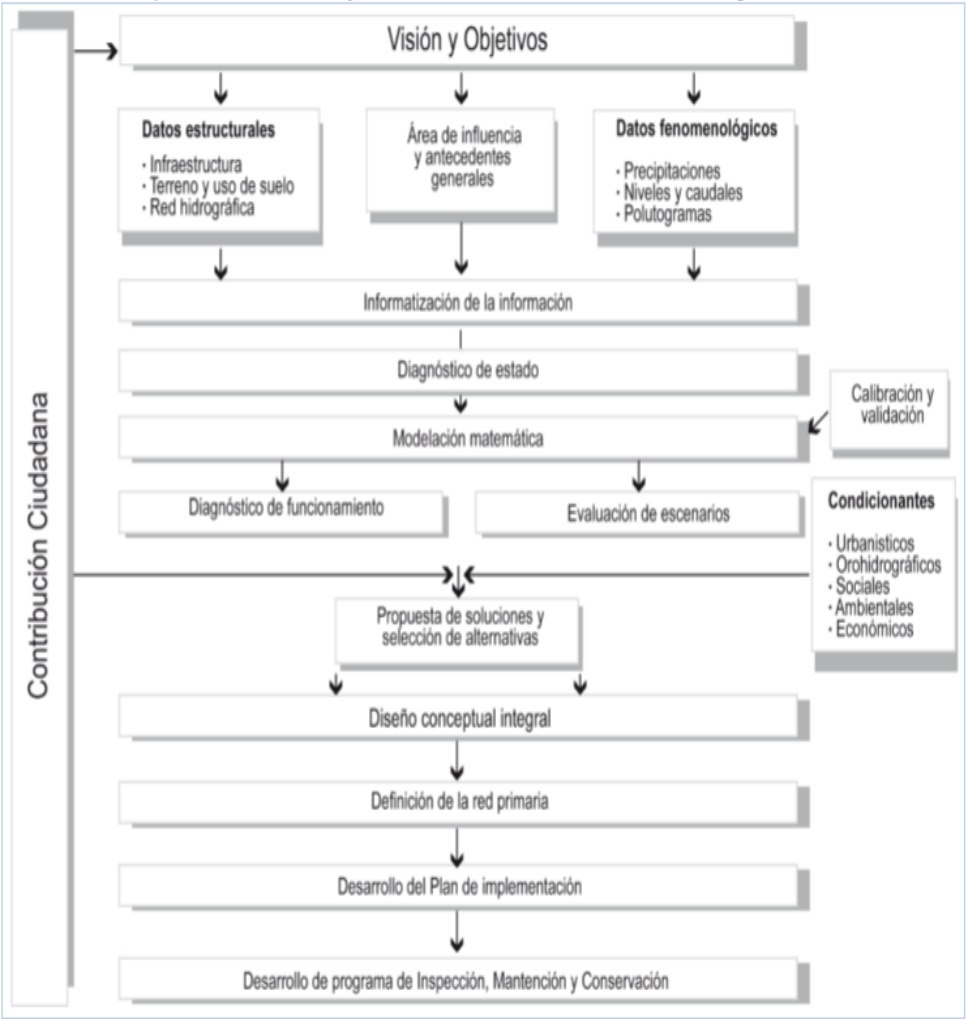
PLAN MAESTRO SEGÚN MANUAL DE DRENAJE URBANO.

Metodología general para la planificación y elaboración de un plan maestro.

Describe el flujo de las principales actividades de la planificación del drenaje urbano que se describen a continuación. Esta metodología debe conducir a la generación del Plan Maestro de Aguas lluvias, a su vez que puede ser utilizada para actualizar y/o modificar planes existentes. El correcto cumplimiento de estas actividades permite lograr de la mejor manera posible los servicios previamente identificados. Inicialmente, se debe definir la visión y los objetivos particulares que se buscan con la planificación y el plan maestro.

Esta definición debe incorporar la visión de la comunidad y las características propias de la zona para la cual se planifica. Ciertos aspectos y características propias de la zona bajo estudio pueden ser relevantes y deben ser identificados en esta etapa temprana dentro de la planificación, de modo de clarificar sus objetivos fundamentales. Finalmente, este análisis lleva a definir el área de influencia a considerar en las etapas subsecuentes.

ACTIVIDADES DE LA PLANIFICACIÓN DEL DRENAJE URBANO
CONDUCENTES AL PLAN MAESTRO DE AGUAS LLUVIAS.



15 FIGURA 3-1 PLANIFICACION DE UN PLAN MAESTRO

Fuente: Manual de drenaje urbano.

PROYECTO COLECTOR AGUAS LLUVIA FINALIZA EN MAYO DEL 2018.

Publicado el 9 de enero del 2018.

Autor: I. Municipalidad de Lota.

El Director de Tránsito de la I. Municipalidad de Lota, Víctor Concha, aseguró que “para mitigar los problemas que causan malestar en la ciudadanía, se mantiene información constante, instalación de señaléticas e invitación a la precaución, debido a la gran intervención del mega proyecto que viene a mejorar las condiciones de vida de miles de lotinos”.

Ante esto, el Director de Tránsito, realizó un llamado a respetar las normas indicadas como los letreros “no estacionar” y apoyar entre todos, la finalización de este mega proyecto, que continúa con su planificación establecida.

Por ello, el Jefe de Terreno de la empresa Claro Vicuña, quien está a cargo de la obra, Hugo Riquelme, invitó a la comunidad a dimensionar los importantes y trascendentes beneficios que este plan maestro traerá a la comuna minera. “Estamos a meses de finalizar con un problema de años, siendo los resultados positivos, mayores a los costos involucrados en este determinado periodo de tiempo”.

Asimismo, el Jefe de Gabinete, Felipe Valencia finalizó solicitando disculpas a la ciudadanía indicando que el desarrollo de Lota como ciudad, involucra ciertas complicaciones. “Todas las instituciones pertinentes, trabajaremos en conjunto porque este proyecto afecte en lo mínimo a la comunidad, así, se logre apreciar su gran intervención. De la misma forma, exigiremos responsabilidad y acciones que reviertan cualquier daño causado”, agregó.

Posteriormente se debe levantar una gran cantidad de información y datos que sirven como antecedentes para la planificación, los que se clasifican en estructurales y fenomenológicos. Los datos estructurales hacen referencia a la descripción de la cuenca, su red de drenaje, elementos artificiales, uso de suelo, etc.

Por otra parte, los datos fenomenológicos son aquellos relacionados con los procesos hidrometeorológicos, hidráulicos y ambientales, y otras variables espaciales y temporales de carácter dinámico.

Ejemplos de éstos son las precipitaciones, caudales, información de contaminantes, etc. Para la recolección de esta información las campañas en terreno son de gran importancia. Tanto la información previamente mencionada como otros antecedentes generales relevantes del área de influencia sirven para construir o componer un sistema informático base para los posteriores pasos de la planificación.

La sistematización de toda la información permite primero un diagnóstico del estado del sistema, y la subsecuente construcción, calibración y validación de un modelo computacional hidrológico/hidráulico –y otros de carácter conceptuales y/o matemáticos- el cual sirve de base para el análisis de alternativas, diseño de infraestructura, evaluación de escenarios, etc. Este modelo será fundamental también para el seguimiento futuro de la planificación propuesta.

Estos proyectos deben ser compatibles con las condiciones de la cuenca y con la normativa vigente, y deben tomar en cuenta aspectos socio-económicos, urbanísticos y ambientales. Adicionalmente la contribución ciudadana es fundamental para definir las propuestas de soluciones y la selección de alternativas.

Es precisamente en las etapas de Diagnóstico, Modelación, y Propuesta de soluciones y selección de alternativas donde se velará por el cumplimiento de los servicios estratégicos que debe cumplir el drenaje urbano. En particular se debe imponer una gestión de las descargas desde aguas abajo, preservando el sistema de drenaje natural, a la vez que se incorporen aspectos de la planificación territorial.

Definidas las soluciones se procede a la elaboración misma de la planificación global del drenaje urbano, y a la planificación básica de los componentes del sistema. El producto obtenido corresponde al diseño conceptual integral, el que define los lineamientos a seguir en la futura gestión del drenaje y el desarrollo de proyectos de aguas lluvias. Con el diseño conceptual, se procede a la definición tanto de la red primaria de drenaje, como de la zona de inundación de 100 años de periodo de retorno, para cada quebrada, cauce, estero y río en el área. Aparte de su utilidad directa para la planificación del drenaje, esta información es también de vital importancia para la elaboración de Instrumentos de Planificación Territorial.

Las últimas etapas de este proceso de definición de planificación son la elaboración de dos planes conceptuales cruciales para la implementación exitosa de las distintas obras y servicios de drenaje: el plan de implementación y el plan de inspección, mantención y conservación.

El primero tiene por objetivo guiar el proceso de desarrollo e implementación de modo de garantizar un plan sustentable a largo plazo que se vaya haciendo además cargo de la evolución urbana. Este plan además garantiza la correcta implementación de soluciones distribuidas en la cuenca que funcionan como componentes de un mismo sistema. Un sistema de drenaje que considere obras sin un plan de mantención y conservación adecuado presentará problemas a lo largo de la operación, los que podrían generar una amplia gama de inconvenientes y costos evitables. Por cierto, el proceso de planificación debe ser visto como un proceso dinámico que requiere acciones continuas y sucesivas revisiones y actualizaciones.

Desde el punto de vista operacional, eso significa repetir el conjunto de etapas acá definidas de manera de incorporar nuevos antecedentes que surjan con el tiempo, o nuevas técnicas, modelos y tecnologías que permitan mejorar el resultado final.

En función de lo anterior, el siguiente es el índice de contenidos mínimo de un Plan Maestro:

1. Visión y objetivos
2. Área de estudio y antecedentes generales
3. Estudios básicos
4. Caracterización de la red de drenaje urbana actual
5. Modelación y diagnóstico de sistema integral de drenaje
6. Simulación, análisis, evaluación económica y selección de alternativas
7. Diseño conceptual integral
8. Definición de la Red Primaria
9. Identificación de la zona de inundación
10. Desarrollo de plan de implementación
11. Desarrollo de programa de inspección, mantención y conservación.

COLECTORES SUBTERRÁNEOS.

Parte de las aguas lluvias que caen en las urbanizaciones son recolectadas posteriormente por distintas obras que se encargan de traspasarla a la red de drenaje subterránea de aguas lluvias. En general, la escorrentía superficial recolectada va a pequeños colectores que forman parte de la red secundaria, y éstos a su vez descargan generalmente a colectores de mayor tamaño que forman parte de la red primaria. Estos últimos recolectan las contribuciones de grandes áreas aportantes. En Chile, en una ciudad típica, aproximadamente la mitad de los colectores subterráneos proyectados en el Plan Maestro forman parte de la red primaria y el resto forma parte de la red secundaria.

Las tuberías y colectores subterráneos en muchos casos representan la única alternativa posible para la gestión de la escorrentía, particularmente en áreas con limitaciones de espacio o aglomeraciones urbanas consolidadas. Cuando la capacidad de éstos se ve sobrepasada, el exceso de agua fluye en una manera no planificada por el suelo, a menudo causando daños y pérdidas. Por lo tanto, una buena planificación de estos elementos implica considerar el funcionamiento conjunto de las tuberías con la superficie frente a un evento mayor de precipitación.

El diseño preliminar de un sistema de colectores debe considerar las políticas de drenaje urbano y el comportamiento físico de las aguas lluvias (es decir, los aspectos hidrológicos e hidráulicos). En ese sentido, es fundamental entender que el diseño preliminar del sistema tiene efecto en el éxito y el costo que las actividades posteriores, tales como el diseño final hidráulico, la preparación de las especificaciones, y la elección de los materiales a utilizar.

PLAN MAESTRO LOTA.

El nombre del contrato “Mejoramiento canales Caupolicán y Bannen, Etapa 1, tramo canal Caupolicán y Colector centro de Lota”, la cual se realizará a cargo de la empresa Claro, Vicuña S.A. Empresa contratada por la Dirección de Obras Hidráulicas, MOP. Esta obra se ubica en los tramos comprendidos en calles Caupolicán, Pedro Aguirre Cerda y Sotomayor.

El monto de este contrato es de \$5.731.304.251 con IVA incluido, con un plazo de ejecución de 720 días, el cual se dio a inicio el 29 de septiembre de 2015 y terminará el 28 de Septiembre de 2017 pero por atrasos e irregularidades se dará a finalizar en Mayo de 2018

El objetivo de este plan maestro es general soluciones para las problemáticas típica de inundación en el sector de Lota, que principalmente considera la evacuación y drenaje de aguas lluvias (A.LL.)

La infraestructura de este sistema está conformada por una red de colectores existentes de aguas lluvias, más una extensa red de canales y canaletas urbanas y cauces naturales. En Lota, la red de colectores tiene una extensión total de 9.738 metros con 8.241 metros de colectores circulares con diámetros que varían entre 200 y 1.300 milímetros. De estos colectores circulares en Lota, 1.075 metros corresponden a colectores unitarios. La obra tendrá una extensión total de 1531 metros y contempla la adecuación y mejoramiento de canales de aguas lluvias, en donde descargará a un nuevo colector subterráneo de aguas lluvias, este nuevo colector “interceptor centro de Lota”, el cual descargará en el mar.

Los cauces receptores considerados en el plan maestro de Lota que forman parte de la red primaria son:

-Estero playa blanca. -Estero Colcura. -Estero el Llano. -Estero el patagual. -Quebrada playa blanca. -Quebrada sector Enacar. -Quebrada punta Astorga. -Quebrada puerto nuevo.

Esta intervención contempla ejecutar obras en los canales Bannen y Caupolicán, modificando colectores, obras de regularización, mejoramiento de obras de captación, nuevos sumideros, limpieza y ampliación de capacidad, entre otros.

Dentro del plan maestro se realizó un estudio de factibilidad y diseño para el mejoramiento de los canales Caupolicán y Bannen al igual que sus obras anexas y complementarias, los cuales constaban con una estructura realizada por la empresa consultora que realizó el estudio, en los cuales se encuentran los siguientes aspectos: el diseño definitivo de la solución, las modificaciones de los servicios, la rotura y reposición de pavimentos, las expropiaciones y los convenios de usos, la destinación marítima para la descarga de los colectores, el estudio ambiental producto de las modificaciones, las etapas y programación de construcción, la cubicación y la presupuestación de la obra, las recomendaciones de mantenimiento y operación del sistema, las medidas no estructurales que buscan mejorar el funcionamiento de la obra. Esto es parte de un documento el cual incluye una revisión del plan maestro de aguas lluvias de Lota.

Además de eso, se generó una recopilación de antecedentes el cual agrega información para el estudio previo al diseño de la obra, como así mismo hubo un informe de estudio topográfico y estudios básicos del área, basándose en una crítica hidrológica. Para esto, además se elaboró un diagnóstico del sistema de drenaje que incluye las zonas de inundación, de erosión y el depósito del material sólido provocado por las inundaciones y la escorrentía. Con esto se propuso el diseño a las distintas alternativas que lograron presupuestar la obra y diseñar a nivel de ingeniería cada detalle.

Para la selección del tipo de alcantarilla que se debe utilizar en un lugar determinado, depende de las necesidades hidráulicas y de la resistencia requerida para soportar el peso del relleno o de la carga que se mueve sobre ruedas después de que se han establecido estos elementos la selección se vuelve por mucho, un asunto económico, deberá tomarse en consideración la durabilidad y el costo de la estructura completa, incluyendo aspectos tales como el costo inicial de las unidades manufacturadas y los costos de transporte e instalación. En cualquier comparación total del costo de los diferentes tipos de alcantarilla que pueda seleccionarse para su uso en una instalación dada, deberán considerarse también el costo de mantenimiento.

ENTREVISTA REALIZADA POR RADIO MATÍAS COUSIÑO DE LOTA A JEFE DE TERRENO DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA, HUGO RIQUELME Y A EL ENCARGADO DE VIALIDAD DE LA MUNICIPALIDAD, VÍCTOR CONCHA.

VÍCTOR CONCHA: Este proyecto contempla la intervención de 14 cuadras y 15 cruces peatonales, las calles principales del centro, las cuales son Carrera, Serrano, Pedro Aguirre Cerda, Caupolicán, Sotomayor. Se señala que la municipalidad a avanzado paso a paso en la entrega de las calles, se sabe que se generaran colapsos, pero vale la espera.

La programación que se ha logrado para obtener la mayor comodidad en los usuarios es importante, los cambios de sentido de las calles, cierre de calles y modificaciones. Esto trae molestias, pero se pide la comprensión, ya que tiene un motivo y la justificación, para esto apostamos a acortar los plazos del proyecto. La municipalidad quiere entregar lo más rápido posible la obra. Las personas no tienen conocimiento del cambio de tránsito, lo cual genera la congestión, pero eso ocurre los primeros días. Es importantes varias cosas, como la colaboración de los conductores, respetar las señales de tránsito, cuidar las señales de tránsito.

HUGO RIQUELME: Lota es una ciudad afortunada por este proyecto, históricamente este es un anhelo, ya que sufre inundaciones cada año. Lota se ha ido quedado atrás y este proyecto ya está aprobado, la materialización es un regalo para los pobladores. Acá tienen tecnología del pasado.

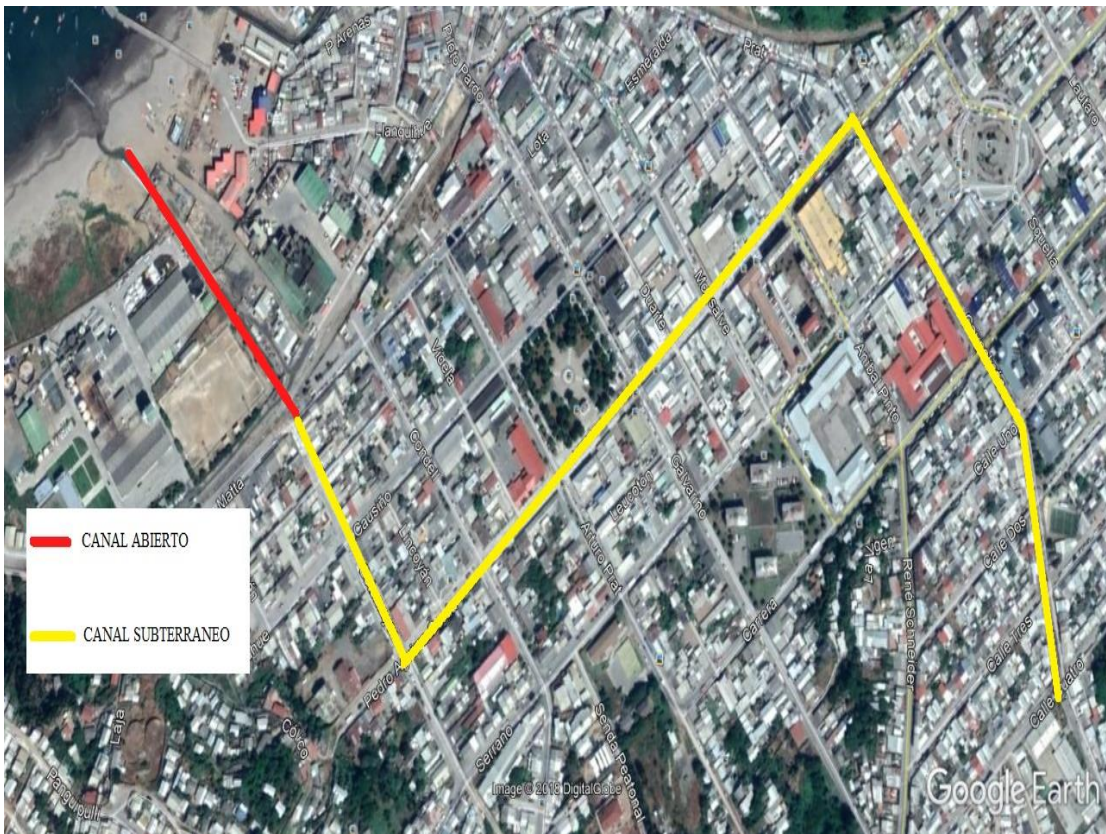
Este proyecto costa de cuatro etapas, la cual la primera es las más importantes, es la que genera el cambio en la red. Este proyecto es gigantesco, y se ha logrado rápido a pesar de los problemas que hemos tenido. Esta primera etapa es la medula espinal y es la más invasiva ya que ataca el centro, la plaza y la municipalidad. se debía comenzar por esta etapa, ya que así generamos el proceso que debe tener el proyecto, después se unen las otras obras.

UBICACIÓN DEL PLAN MAESTRO ETAPA 1 Y 2



16 FIGURA 3-2 TRAZADO UBICACIÓN DE PLAN MAESTRO

Fuente: Creación propia realizada en Google Maps, he intervenida con editor de imágenes predeterminado de Windows 10.



17 FIGURA 3-3 TRAZADO UBICACION DE PLAN MAESTRO

Fuente: Creación propia realizada en Google Maps, he intervenida con editor de imágenes predeterminado de Windows 10.

NOTICIA.

PROYECTO COLECTOR AGUAS LLUVIA FINALIZA EN MAYO DEL 2018.

El Plan Maestro de Aguas Lluvias mejorará las condiciones de evacuación al histórico problema de inundaciones, que cada invierno debe enfrentar nuestra comunidad.

En términos concretos, el proyecto incluye el mejoramiento de canales que apunta a la red de aguas lluvias existentes en calle Caupolicán y la construcción de un nuevo sistema de drenaje en el sector céntrico, específicamente en Pedro Aguirre Cerda desde calle Caupolicán a Sotomayor y de Sotomayor hasta la descarga de dicho cause al mar.

El Director de Tránsito de la I. Municipalidad de Lota, Víctor Concha, aseguró que “para mitigar los problemas que causan malestar en la ciudadanía, se mantiene información constante, instalación de señaléticas e invitación a la precaución, debido a la gran intervención del mega proyecto que viene a mejorar las condiciones de vida de miles de lotinos”. Ante esto, el Director de Tránsito, realizó un llamado a respetar las normas indicadas como los letreros “no estacionar” y apoyar entre todos, la finalización de este mega proyecto, que continúa con su planificación establecida.

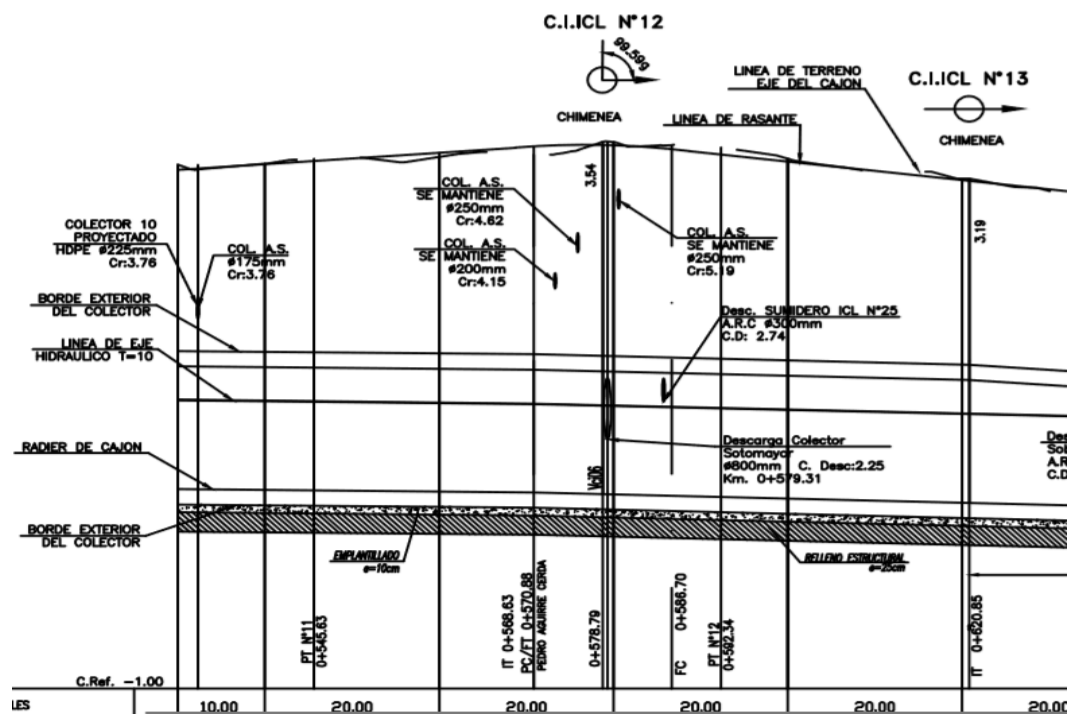
Por ello, el Jefe de Terreno de la empresa Claro Vicuña, quien está a cargo de la obra, Hugo Riquelme, invitó a la comunidad a dimensionar los importantes y trascendentes beneficios que este plan maestro traerá a la comuna minera. “Estamos a meses de finalizar con un problema de años, siendo los resultados positivos, mayores a los costos involucrados en este determinado periodo de tiempo”.

Asimismo, el Jefe de Gabinete, Felipe Valencia finalizó solicitando disculpas a la ciudadanía indicando que el desarrollo de Lota como ciudad, involucra ciertas complicaciones. “Todas las instituciones pertinentes, trabajaremos en conjunto porque este proyecto afecte en lo mínimo a la comunidad, así, se logre apreciar su gran intervención. De la misma forma, exigiremos responsabilidad y acciones que reviertan cualquier daño causado”, agregó.

El Plan Maestro de Aguas Lluvias, finaliza en mayo del año 2018, fecha en la que el centro de Lota normalizará sus funciones y, además, contará con un colector moderno que solucionará el problema histórico de inundaciones.

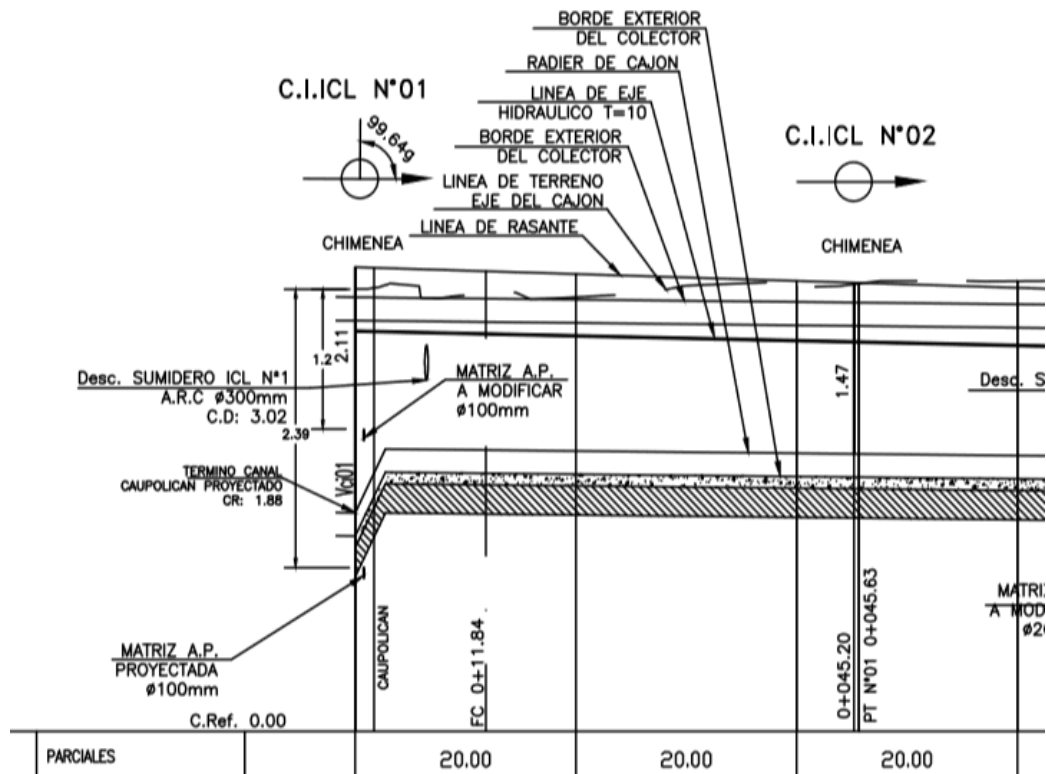
Fuente: Blog Municipalidad de Lota.

DETALLES CONSTRUCTIVOS DE ALGUNOS TRAMOS DEL NUEVO SISTEMA DE DRENAJE URBANO EN LOTA.



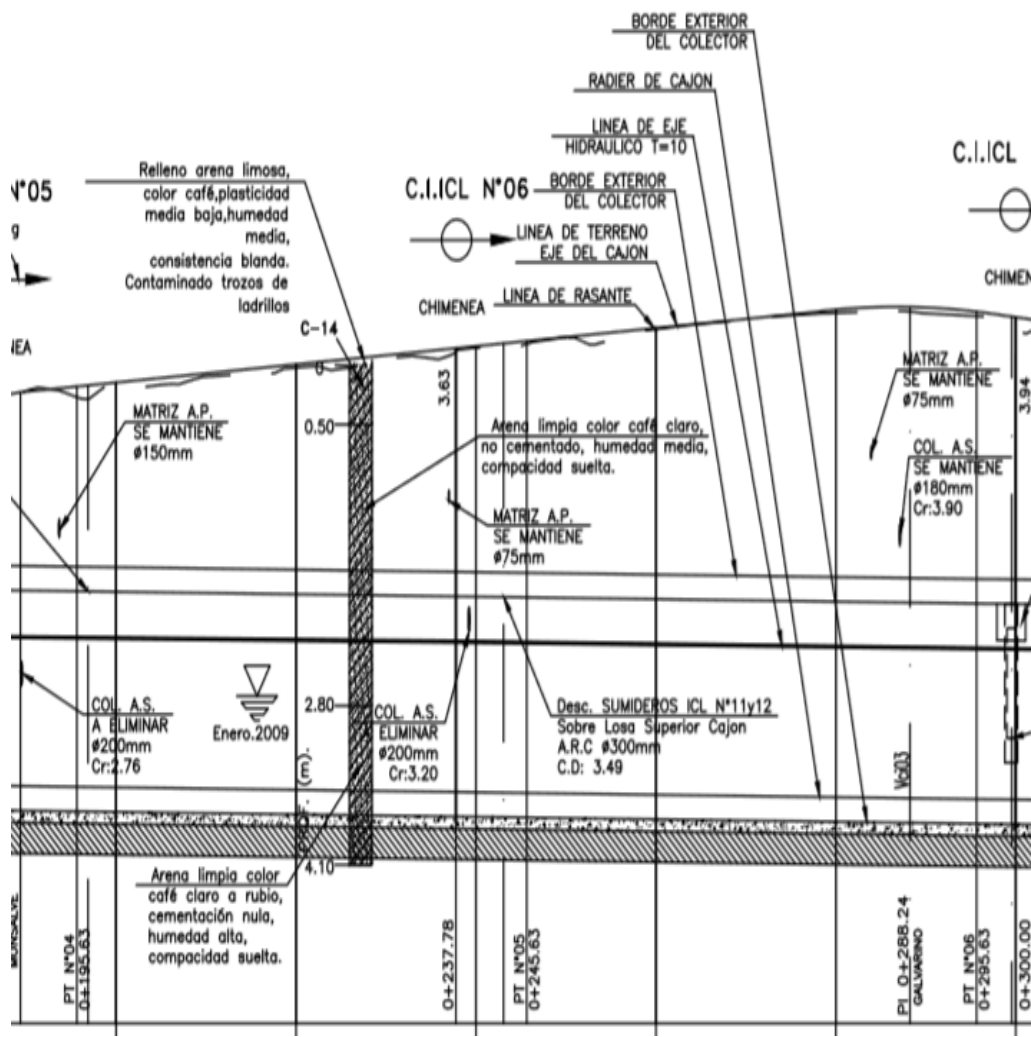
18 FIGURA 3-4 DETALLE PERFIL LONGITUDINAL

Fuente: Plano plan maestro (CCV)



19 FIGURA 3-5 DETALLE PERFIL LONGITUDINAL

Fuente: Plano plan maestro (CCV)



20 FIGURA 3-6 DETALLE PERFIL LONGITUDINAL

Fuente: Plano plan maestro (CCV)

CAPITULO 4: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS REALIZADAS PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN EL SECTOR DE LOTA

GENERALIDADES

A raíz del plan maestro, surgen soluciones constructivas con el fin de afrontar los impactos del clima. Estas soluciones se describen y detallan a continuación con el fin de entender de una mejor forma los métodos y soluciones que se diseñaron en conjunto para llevar a cabo este proyecto.

GRANDES COLECTORES.

Puede considerarse como grandes colectores, o colectores de gran diámetro a aquellos que poseen cuencas de aporte de más de 150 o 200 has, o en caso de diámetro o envergadura mayor a 1.200 mm. Ante un tamaño mayor de cuenca los fenómenos de amortiguación en los conductos dejan de ser despreciables y deben ser tenidos en cuenta, por lo que las soluciones en régimen permanente ya no son posibles y deben ser utilizados modelos más sofisticados. Los grandes colectores tienen por objeto transportar y conducir las aguas lluvias recolectadas y evitar la acumulación de ésta en calles, patios, viviendas, industrias y otros, de forma de evitar molestias, lesiones y pérdidas de vidas en la población. Estas obras reciben, aporte de las redes secundarias y captaciones superficiales de calles, sumideros y pequeños colectores para transportarlos hasta algún cuerpo de agua que funciona como medio receptor final del drenaje urbano.

Las redes de drenaje con colectores de gran diámetro tienen un fuerte impacto sobre el diseño de las ciudades debido a: Los importantes caudales que manejan. El tamaño de los dispositivos. Los diferentes niveles de riesgo que se quieran asumir en su interacción con la ciudad. El transporte subterráneo de las aguas lluvias puede ser realizado mediante distintos tipos de secciones tales como circulares, rectangulares, ovoides, entre otras; distintos tipos de materiales tales como hormigones, polietilenos, etc.; o prefabricadas. La elección del tipo de sección y material dependerá de criterios hidráulicos, económicos u otros, por lo que debe ser analizado por un profesional competente. La selección del tipo de conducción está vinculada también al ancho o al alto disponible o a la presencia de interferencias.



21 FIGURA 4-1 EXCAVACION CAJON

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.



22 FIGURA 4-2 CONFECCION CAJON

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.



23 FIGURA 4-3 TRAMO DE CAJON HORMIGONADO

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.



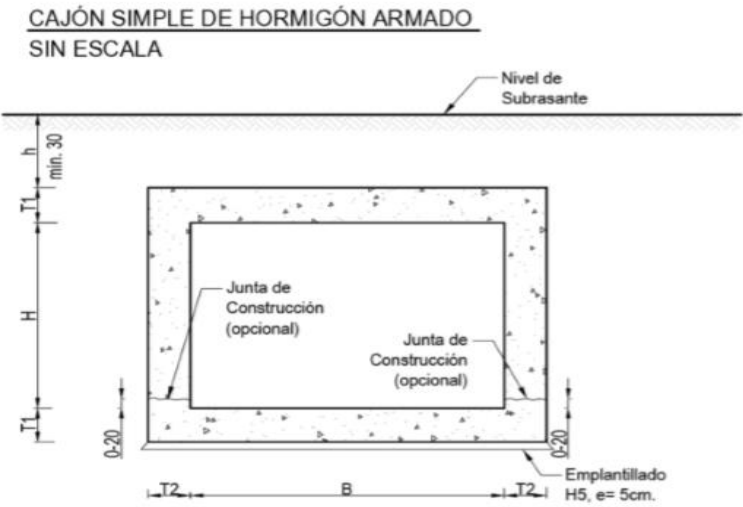
24 FIGURA 4-4 TRAMO CAJON HORMIGONADO

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.



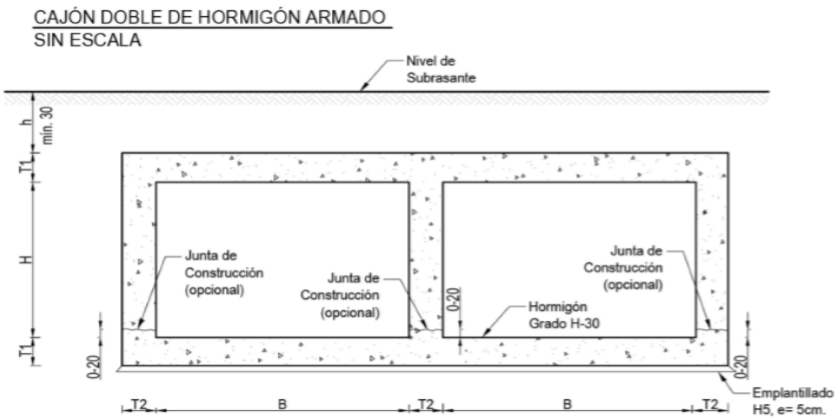
25FIGURA 4-5 RELLENO CONTENCIÓN DEL CAJÓN

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.



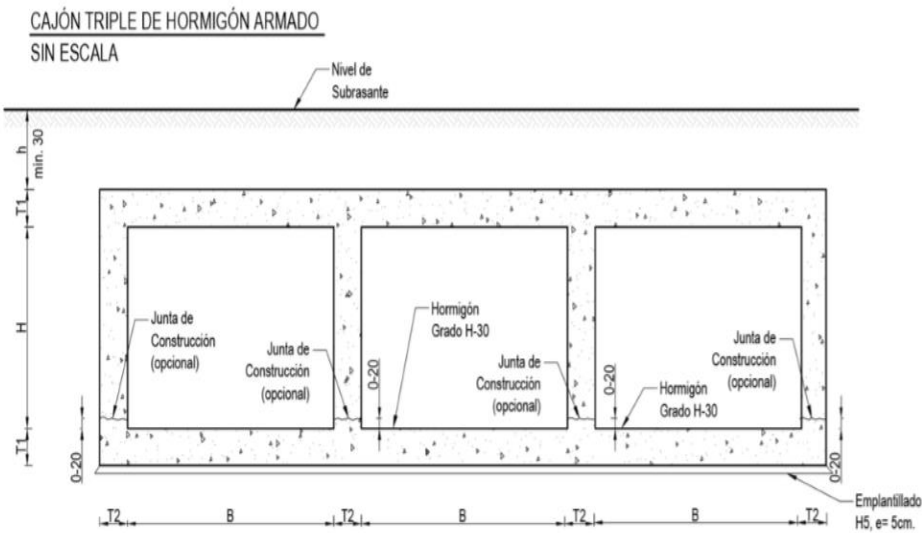
26FIGURA 4-6 CAJÓN SIMPLE DE HORMIGÓN ARMADO

Fuente: Manual de drenaje urbano.



27FIGURA 4-7 CAJÓN DOBLE DE HORMIGÓN ARMADO

Fuente: Manual de drenaje urbano.



28FIGURA 4-8 CAJÓN TRIPLE DE HORMIGON ARMADO

Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)

COLECTOR MENOR DIÁMETRO.

Parte de las aguas pluviales que caen sobre la urbanización son recolectadas por casas, calles y sumideros, terminan siendo traspasadas a la red de drenaje subterránea de aguas lluvias. Estas obras tienen por objeto transportar y conducir las aguas lluvias recolectadas y evitar la acumulación de ésta en calles, patios, viviendas, industrias y otros, de forma de evitar molestias, lesiones y pérdidas de vidas en la población. En general, la escorrentía superficial recolectada va a pequeños colectores que forman parte de la red secundaria de aguas lluvias. Estos colectores funcionan como colectores tributarios que frecuentemente terminan descargando a colectores de mayor diámetro pertenecientes a la red primaria. Los colectores subterráneos de pequeño diámetro se consideran, según la norma NCh 184/1 del 2001, para diámetros menores de 1.200 mm. El diseño de los pequeños colectores de aguas lluvias debe considerar tanto la capacidad máxima de transporte, las velocidades de diseño, las pérdidas de carga, lluvias de diseño y su periodo de retorno. Además debe diseñarse de forma de estar comunicado con diferentes obras tales como sumideros y cámaras de inspección, entre otras. Se debe considerar capacidades y ubicación dentro del diseño.

TUBERÍAS DE HORMIGÓN BASE PLANA.

- Usos y aplicaciones:

Los Tubos base plana de hormigón armado alta resistencia, son productos elaborados con hormigón de alta resistencia. Estos tubos en diámetros de 600 mm, 700 mm, 800 mm, 900 mm, 1.000 mm y 1.200 mm, en una longitud útil de 2,5 metros.

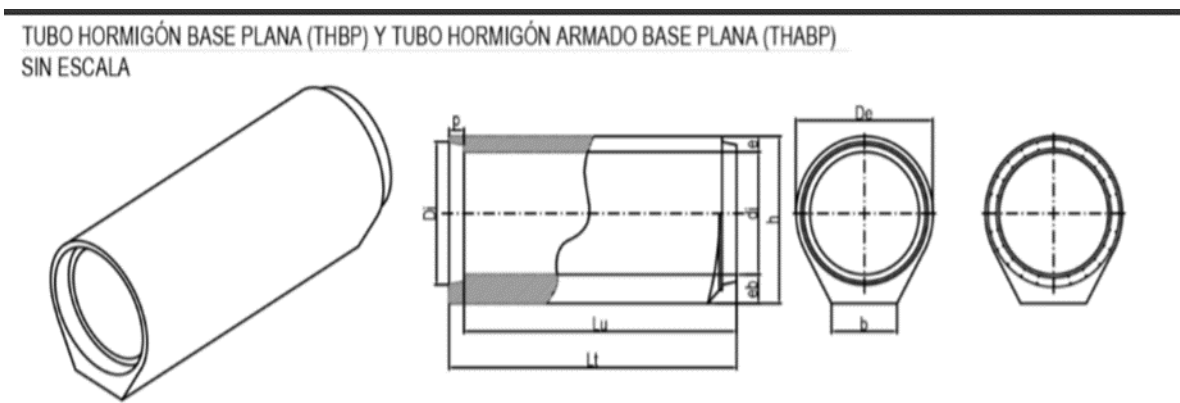
La cama pre-incorporada y el mayor espesor de pared permiten mayores solicitaciones de carga que la tubería corriente, permitiendo su uso a mayores profundidades y aún en condiciones de tránsito vehicular de intensidad y carga moderada. Las uniones flexibles posibilitan la instalación rápida del colector en condiciones difíciles de terreno.

- Recomendaciones de manejo e instalación:

Los aspectos más importantes en cualquier alcantarilla son la durabilidad, la capacidad hidráulica, la capacidad de carga y el tipo de unión.

Durabilidad y capacidad, son funciones del tramo, forma, y tipo de tubería. Se establecen requisitos de materiales y diseño en las bases técnicas y no están directamente relacionadas con la instalación.

En las instalaciones nos debemos preocupar de las excavaciones, base de fundación, camas de apoyo, rellenos de carga y la buena ejecución de las uniones. La capacidad está relacionada a su estructura y depende directamente de la instalación.



29FIGURA 4-9 TUBO HORMIGÒN BASE PLANA

Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)



30 FIGURA 4-10 TUBOS DE HORMIGON BASE PLANA

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.

Es necesaria una preparación de base estable y uniforme para satisfacer el desempeño de cualquier tubería. Ésta debe tener la capacidad para soportar el peso de carga y mantener la tubería alineada, sosteniendo la masa para suplir las diferencias de dureza, con un estabilizado de 25 mm. tamaño máximo y un espesor mínimo de 10 mm. En caso de rocas o terrenos duros, usar arenas inertes sobre tamaños máximos de 75 mm. en el subsuelo.

Es difícil observar la estabilidad de la fundación, sin una comprobación física. La masa de la tubería ejerce una presión de aproximadamente 48 kilopascales, esta presión equivale a la que ejerce un hombre con una masa de 90 klg. Al apoyarse en un pie, por eso, si la fundación puede soportar dicho peso sin hundirse, la fundación está estable y lista para recibir la tubería.

TUBOS DE HORMIGÓN CIRCULARES SIMPLES DE ALTA RESISTENCIA A.R.C.

Los Tubos circulares de hormigón simple, con unión campana y medio espesor, son productos elaborados con hormigón de alta resistencia. Estos tubos se fabrican en diámetros de 300 mm y 400 mm, en longitud útil de 1,0 metro unión campana y en diámetros de 600 mm, 800 mm, 1000 mm y 1200 mm, en largo útil de 1,0 metro unión medio espeso.

- Usos y Aplicaciones.

Su uso más corriente es en la aducción de fluidos domésticos, comerciales e industriales, así como en el traslado de aguas-lluvias, entubamiento para cruce de canales y quebradas.

En el momento de elegir el tubo, es importante determinar la cantidad de caudal a transportar, si ésta es constante o variable, la pendiente y el tipo de fluido. Se puede conducir líquidos de las características más diversas, de acuerdo con los requerimientos de nuestros clientes.

Deben extremarse los cuidados para evitar la rotura de las uniones, por ser estas de rasgos más esbeltos y estar más expuestas a los impactos propios del manejo de la descarga y de la instalación.

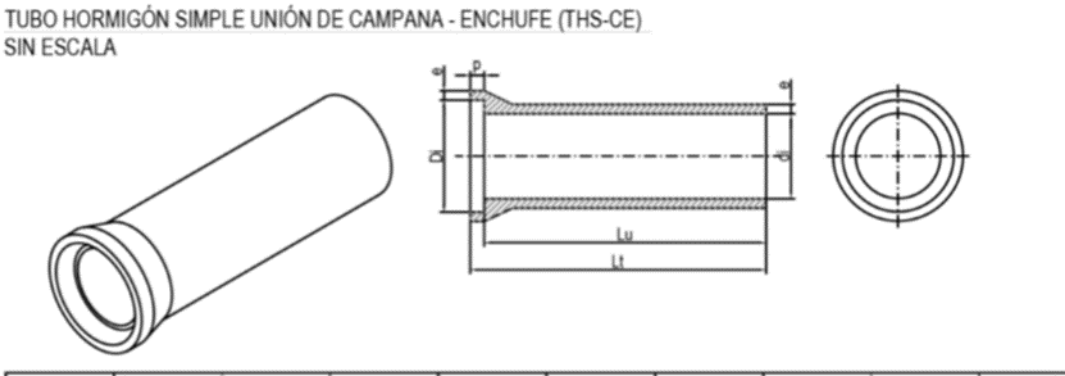
Los terminales para las uniones flexibles quedan inutilizados por roturas o grietas, sirviendo sólo para uniones con mortero. El manejo de la tubería se puede hacer en forma manual hasta diámetro 400 mm. y un metro de longitud, recomendándose el uso de equipo mecanizado para diámetros y largos superiores.



31 FIGURA 4-11 TUBO DE HORMIGÓN ALTA RESISTENCIA A.R.C.

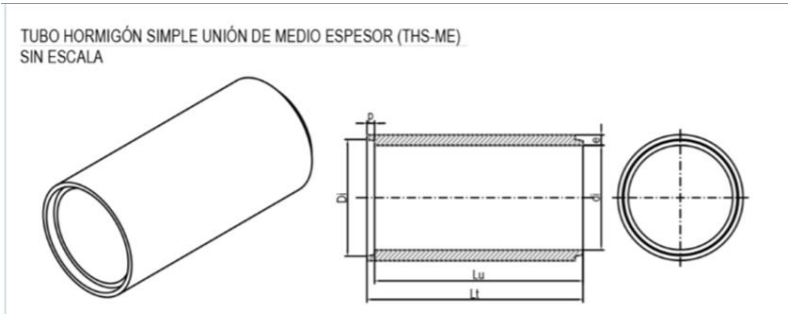
Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.

- Especificaciones técnicas.
El tubo de concreto es el producto más versátil, durable y económico para la aducción de líquidos a presión atmosférica que se encuentra en estos tiempos. El tubo es fabricado por un sistema de alta frecuencia y vibro-compresión mediante presión hidráulica, logrando un producto final de alta densidad y baja absorción. Las resistencias así obtenidas cumplen con las exigencias de la norma chilena con una buena respuesta frente a fuertes cargas.



32 FIGURA4-12 TUBO HORMIGÓN SIMPLE UNIÓN DE CAMPANA

Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)



33 FIGURA 4-13 TUBO HORMIGÓN SIMPLE UNIÓN MEDIO ESPESOR

Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)

CÁMARAS DE INSPECCIÓN PÚBLICA.

Las cámaras de inspección públicas tienen como objetivo servir como puntos de acceso de las redes de alcantarillado, para revisar el estado de las tuberías y de los colectores y efectuar tareas de limpieza, cuando se encuentren obstruidas.

También permiten el cambio de dirección (tanto en elevación como en planta), cambio de materiales, pendientes dirección y diámetros de tuberías. En estos casos también pueden ser utilizadas para efectuar en ellas el correspondiente muestreo en caso de ser necesario.

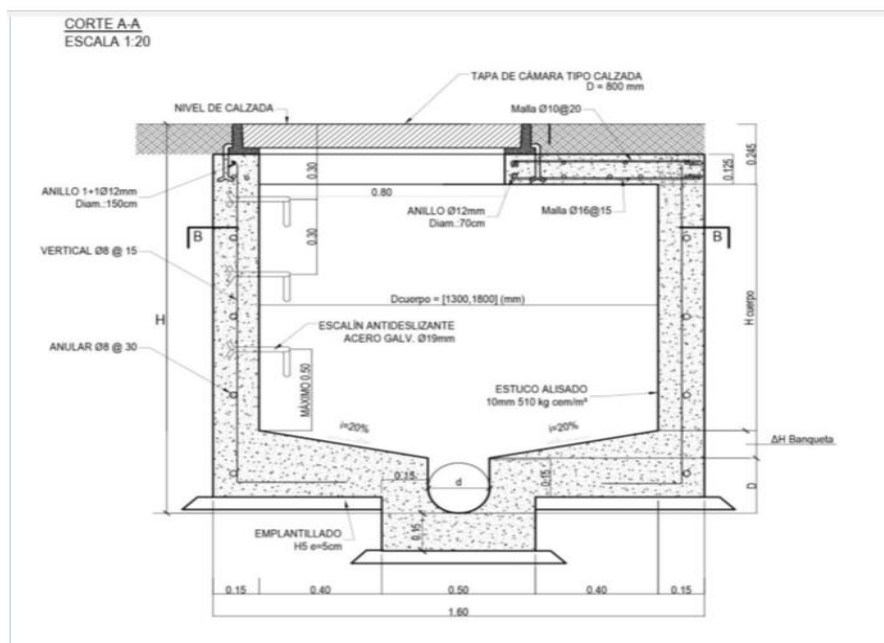


34 FIGURA 4-14 CÀMARA DE INSPECCIÒN PÚBLICA

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.

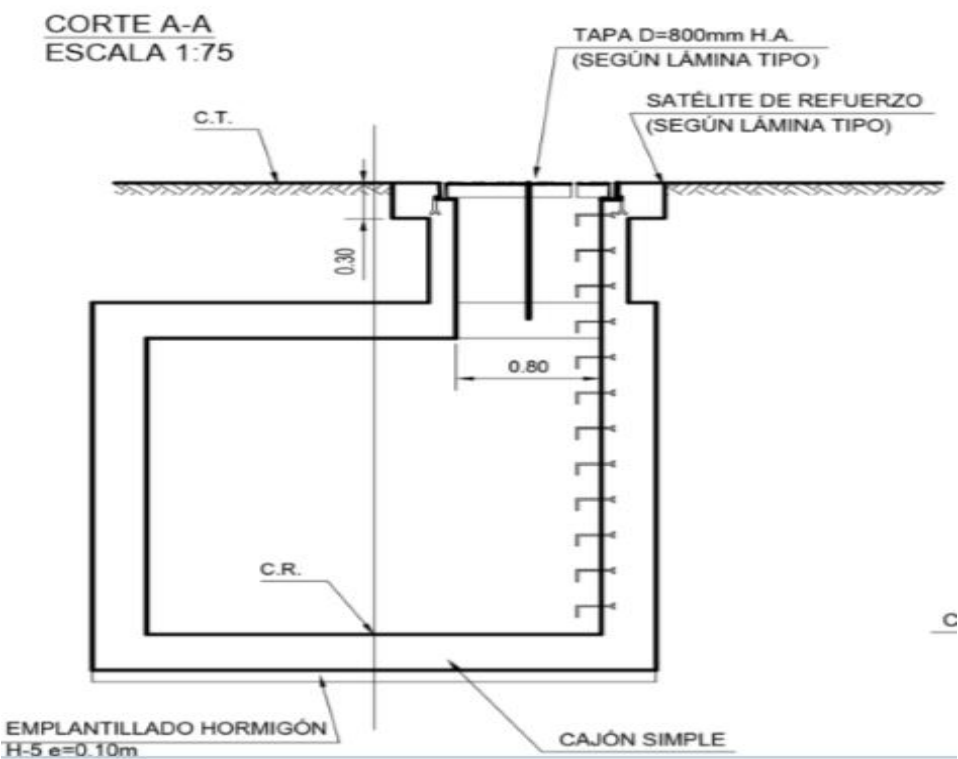
NORMATIVA CHILENA

La norma chilena establece estrictos criterios respecto del diseño, dimensiones y funcionalidades que deben cumplir estos dispositivos. En este contexto, existen dos tipos de cámaras de inspección definidos a través de dicha reglamentación.



35 FIGURA 4-15 DETALLE CÀMARA DE INSPECCIÒN

Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)



36 FIGURA 4-16 DETALLE CÀMARA DE INSPECCIÒN

Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)

SUMIDEROS.

El proyecto de aguas lluvias debe considerar sumideros para captar y conducir el escurrimiento superficial, preferentemente de las calles, hacia otros elementos de la red secundaria, evitando el exceso de flujo superficial por las vías de circulación de la ciudad. Los sumideros al retirar agua de las calles pueden conducirlos hacia una red de colectores superficiales, fuera de la calzada, o una red de colectores subterráneos, o a otro elemento de regulación o de disposición local. La capacidad hidráulica de captación de los sumideros depende de su tipo, pero también de su ubicación, la pendiente de la calle, las características del flujo, los sedimentos que lleve el agua, así como de las condiciones de limpieza o nivel de obstrucción de sus aberturas. En las zonas urbanas de Chile se emplean sumideros según los tipos aprobados por el SERVIU o la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP considerando para su selección los aspectos del tránsito, seguridad de peatones y vehículos, operación en condiciones extremas, mantención y costos. Para el diseño, colocación y especificaciones de sumideros en la red secundaria se recomienda el Capítulo 6, en el cual se entregan detalles para abordar estos aspectos.

- Elementos de un sumidero:

Un sumidero está formado por varios elementos, como se ilustra en la Figura 5.3.21. Entre estos se encuentran los que se mencionan a continuación.

- Reja de entrada:

Con diseños muy variados, tiene por objeto evitar el ingreso de basuras de todo tipo a la red y también proteger a las personas y al tránsito vehicular de caer al interior del sumidero.

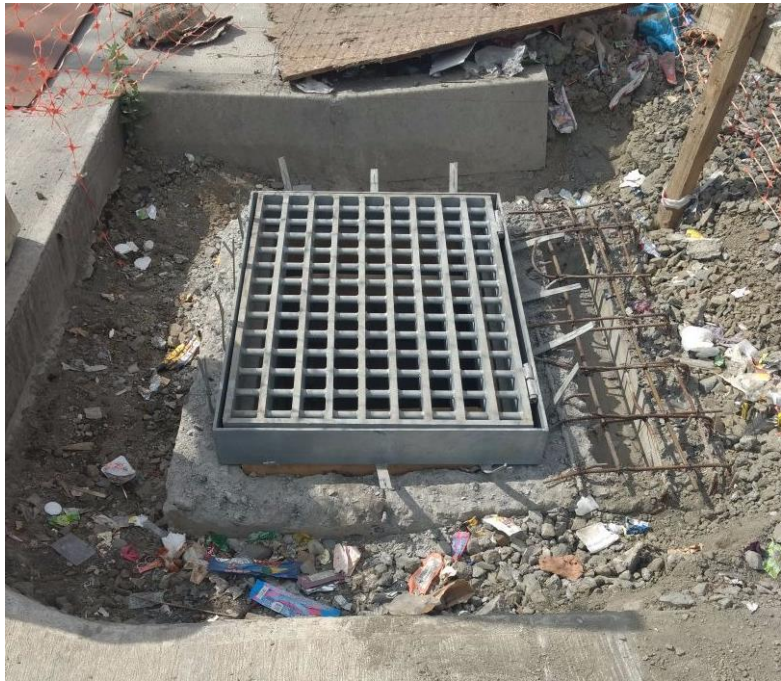
- Receptáculo o estanque:

De pequeñas dimensiones para captar el flujo, retener algunos sedimentos, facilitar la limpieza y conectar el ingreso a través de la rejilla en superficie con la tubería de conexión a los elementos de la red.



37 FIGURA 4-17 SUMIDERO EN CONSTRUCCIÓN

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.

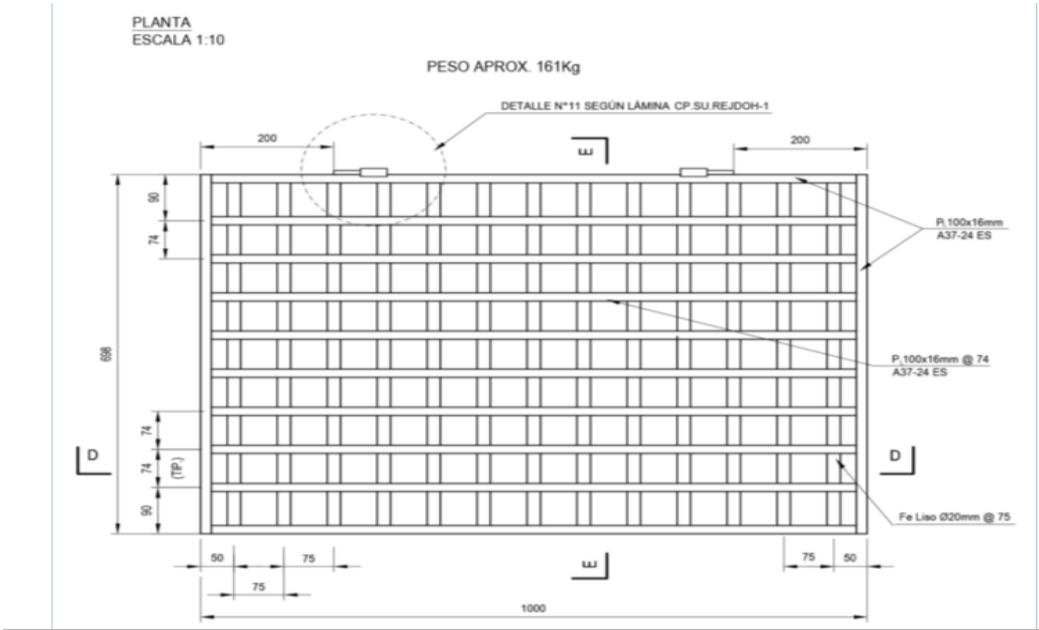


38 FIGURA 4-18 SUMIDERO CON REJILLA

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.

CONEXIÓN.

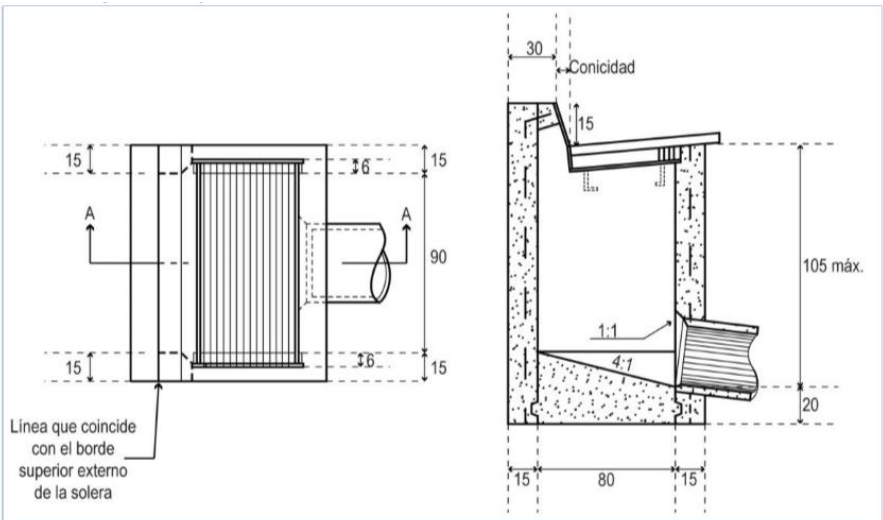
Desde el receptáculo al elemento de la red. En general se trata de una tubería, pero en algunos casos puede ser una canalización abierta. Puede conectarse a una cámara, a una obra abierta o a otra tubería directamente.



Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)

CÁMARA.

Para facilitar la limpieza y mantención del sumidero se puede colocar una cámara en la acera, aguas arriba del receptáculo, de manera de poder limpiar la tubería de conexión. Si el sumidero se conecta aguas abajo a otra cámara, o a una obra abierta, esta cámara inicial es innecesaria.



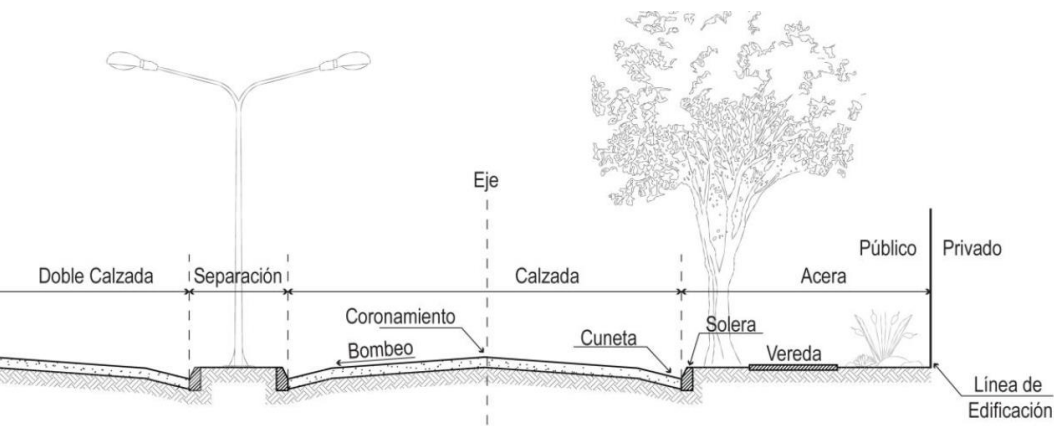
Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)

SOLERAS DE HORMIGÓN.

Las calles, veredas y otros elementos destinados al tránsito de personas o vehículos reciben parte importante de las lluvias y en muchos casos se consideran como los elementos iniciales del sistema de drenaje público. En general son impermeables, aun cuando no se requiere, por lo tanto, el agua que cae sobre ellas debe ser drenada hacia aguas abajo. Como su principal tarea no es conducir aguas lluvias, se debe tener especial precaución para evitar disfuncionalidades que impidan el tránsito o produzcan incomodidades a los peatones, considerando de manera especial las capacidades de conducción de agua y la forma de evacuarla hacia los sistemas de drenaje propiamente tales. Para estimar la capacidad de las calles para conducir aguas lluvias en la calzada, ya sea en la cuneta o en toda la calzada se considerará lo siguiente:

- Para tormentas menores, la calzada no podrá inundarse más del ancho recomendado.
- Para tormentas mayores, la calle no podrá inundarse con alturas mayores a la solera y en todos los casos debe ser menor de 15 cm.

Las calles reúnen y conducen hacia la red de drenaje las aguas lluvias que precipitan sobre ellas. Adicionalmente en las zonas de aguas arriba de una urbanización pueden recibir aguas lluvias que precipitan sobre los terrenos circundantes, aunque esta práctica no es recomendable ya que termina transformando las calles en colectores superficiales de aguas lluvias.



41 FIGURA 4-21 SOLERA DE HORMIGÓN

Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)

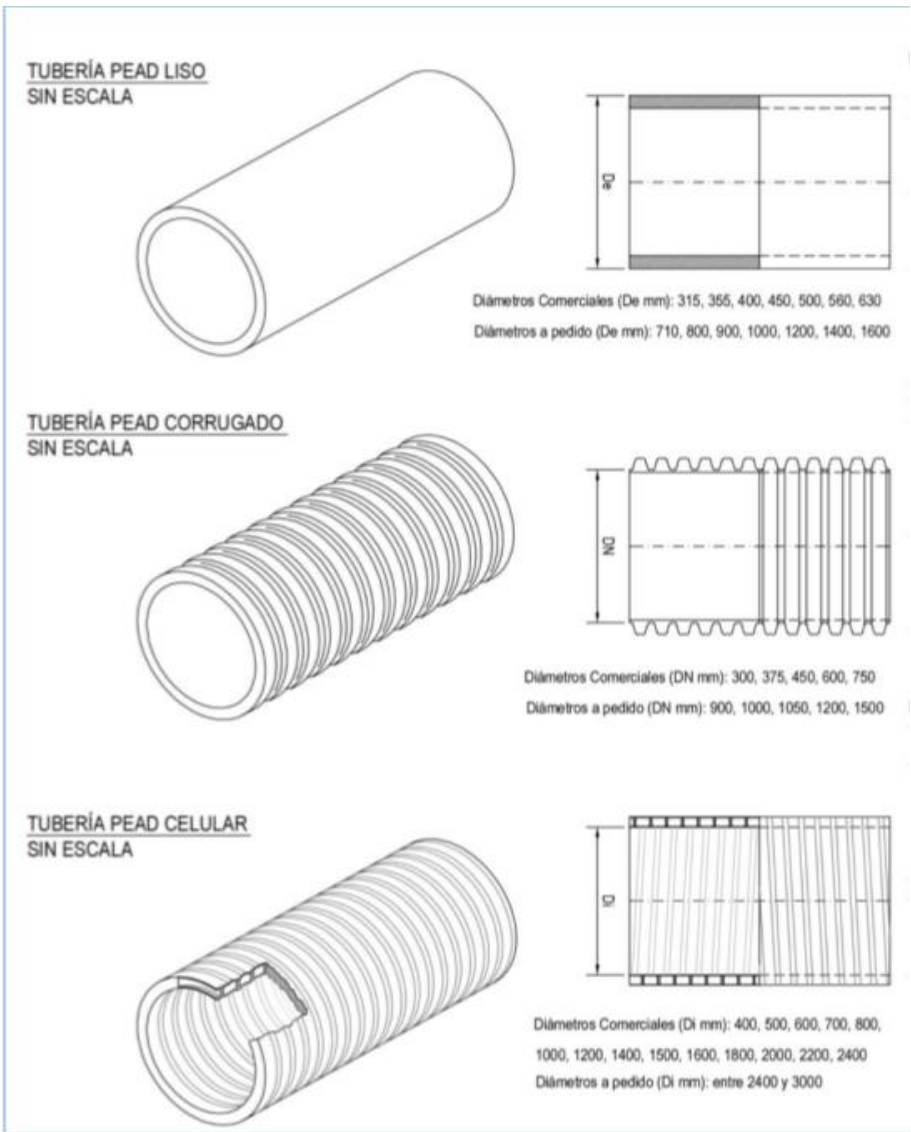
- Usos y Aplicaciones.
Este tipo de elementos son utilizados principalmente en calles, pasajes, carreteras y cualquier sitio urbano, su resistencia al uso dado en terreno lo hacen ideal.
En industrias o estacionamientos son frecuentemente empleadas como elemento demarcador de zonas jardines o de estacionamientos.

TUBOS CORRUGADOS.

Las tuberías se denominan por su clasificación de densidad, tipo y diámetro total de la pared.

Las categorías de diámetros son nominales interiores y en algunos casos, difieren del diámetro interior real.

La altura máxima para tubos corrugados es entre 600mm y 1200mm. Para otros casos en que se quiera un tubo con mayor altura, se deberá verificar con una memoria de cálculo estructural específica para el proyecto.



42 FIGURA 4-22 TUBOS DE HDPE

Fuente: Manual de drenaje urbano. (MOP)



43 FIGURA 4-23 INSTALACION TUBO CORRUGADO (CALLE CAUPOLICAN)

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.



44 FIGURA 4-24 TUBO PEAD LISO

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.

CODUCCION SUPERFICIAL

Los elementos de conducción superficial contribuyen al traslado de las aguas lluvias en la red de drenaje aportando una gran capacidad de transporte e imitando el sistema natural de drenaje de la cuenca previa a ser urbanizadas. La red de drenaje de aguas lluvias es un sistema conectado continuo que capta las aguas lluvias que precipitan sobre las zonas urbanas, las almacenan y las transportan hacia aguas abajo hasta descargar en los sistemas receptores. Esta red se puede concebir como un árbol convergente con nodos, y arcos. Los nodos son obras de captación, retención, almacenamiento y control. Los arcos corresponden a los elementos de conducción y transporte.

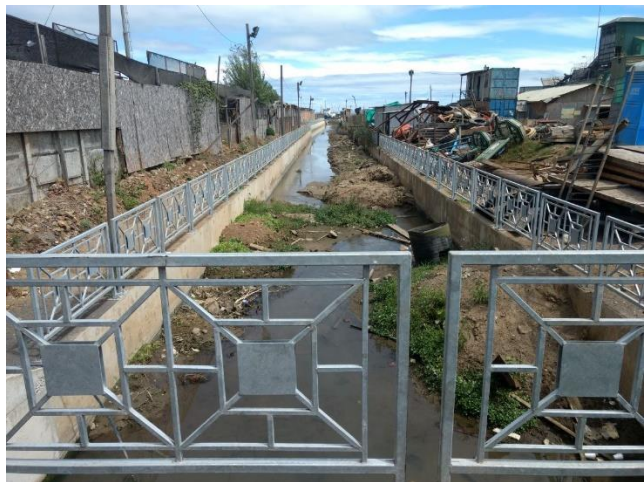
En la red de drenaje las obras de conducción y transporte reciben el nombre de colectores y son esenciales en las soluciones de drenaje urbano. Si bien la principal tarea de las obras de transporte es el traslado hacia aguas abajo de las aguas que reciben, en ellas también se puede producir almacenamiento temporal cuando el régimen es impermanente. Sin embargo este almacenamiento es en general mucho menor si se le compara con el que realizan las obras de almacenamiento propiamente tales.

Las obras de conducción superficial se encuentran en todas partes de una red de drenaje, desde la red domiciliaria, en el desagüe y descarga desde techos, patios y pavimentos, la red secundaria en pequeñas zanjas, canaletas y cunetas, y en la red primaria, con canales y grandes colectores. Las características de estas obras dependen en gran medida de las dimensiones y los caudales que deben conducir. La red de transporte de un sistema de drenaje de aguas lluvias funciona por gravedad, en la cual los flujos tienden a ir por el fondo del sistema en la dirección de máxima pendiente, en flujo abierto, a presión atmosférica. Los colectores superficiales ocupan espacios importantes en la superficie, en general asociados a cauces naturales urbanizados asociados a espacios públicos de áreas verdes. En general los colectores superficiales de la red de drenaje se conciben para operar de manera automática con caudales muy variables. Están especialmente concebidos para operar sin flujo en épocas secas, permitiendo otros usos y contribuyendo al paisajismo y áreas verdes, similarmente a como lo hacen los cauces naturales. También pueden conducir grandes caudales durante breves periodos de crecidas esporádicas, a plena capacidad. Dado su funcionamiento hidráulico con una pequeña revancha sobre la condición de diseño tienen capacidad para conducir caudales muy superiores.



45 FIGURA 4-25 CANAL ABIERTO (SECTOR PLAYA)

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.



46 FIGURA 4-26 INICIO CANAL ABIERTO

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.



47 FIGURA 4-27 INICIO CANAL ABIERTO (4 CAJONES)

Fuente: Visita a terreno del plan maestro implementado en Lota.

CONCLUSIÓN.

Al momento de escoger la solución frente a un problema, se duda al decidir, ya que no se está informado del todo o se desconoce del tema. Esto sucede al no poseer un correcto análisis, de cual se pueda extraer información clave para diseñar soluciones que logren eliminar los problemas.

El problema que existía en Lota, y que se está trabajando para que no siga, nos abrió la temática para este trabajo ya que, en las épocas de invierno, ese sector se inundaba, dejando anegamientos, desbordes, entre otros. Esto ya que el sector de Lota no contaba con la infraestructura necesaria para contener las aguas lluvias en cantidades mayores. La solución para esto fue la implementación de un plan maestro, que nos entrega información acerca de la normativa de construcción, entidades que lo rigen y el accionar de cada una. Siendo este uno de los puntos claves para el buen entendimiento de la respuesta al problema. Al visitar el lugar en donde se está trabajando el plan maestro, logramos identificar las soluciones constructivas, técnicas de diseño hidráulico y métodos de construcción para la red de sistema de drenaje que se está en proceso de elaboración.

Además, se visitó las dependencias de una de las entidades reguladoras, obteniendo información acerca de los métodos constructivos aplicados, y conocer desde otro punto la metodología base al realizar estas obras de urbanización. Sumando las noticias recopiladas desde la web, logramos identificar los problemas que poseía la red de evacuación, como lo eran las inundaciones en edificios de servicios vitales para la comuna, desprendimiento de los cerros formando barreales, y el colapso de los colectores.

Para finalizar la temática introducida se entiende que, en una ciudad, pueblo o asentamientos humanos en general, se debe tener en cuenta los cambios climáticos y la relación que tiene las precipitaciones con la capacidad de escurrimiento y drenaje de el sector. Esto es un aspecto importante al momento de diseñar un proyecto o una urbanización. Es por esto que el plan maestro de Lota genera una solución a un problema, que ocurre no solo en esta ciudad, sino en aquellas que no se contemplan un sistema de drenaje de aguas lluvias.

BIBLIOGRAFIA

1. MANUAL DRENAJE URBANO
<<https://manualdrenajeurbano.mop.gov.cl/>>
2. MINVU
<http://www.minvu.cl/opensite_20061113125024.aspx>
3. CICLO DEL AGUA
<www.definicionabc.com/medio-ambiente/ciclo-del-agua.php>
4. NOTICIA DE INUNDACION
<www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2017/08/10/feria-de-lota-se-llevo-la-peor-parte-del-frente-y-lluvias-continuaran-hasta-tarde-de-hoy.html>
5. NOTICIA DE INUNDACION
<<https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2017/08/10/feria-de-lota-se-llevo-la-peor-parte-del-frente-y-lluvias-continuaran-hasta-tarde-de-hoy.html>>
6. NOTICIA DE INUNDACION
<www.radiocooperativa.cl/noticias/pais/regio-del-bio-bio/lluvias-provocaron-inundacion-en-el-hospital-de-Lota/2014-06-06/115133.html>
7. NOTICIA DE INUNDACION
<<http://www.cooperativa.cl/noticias/pais/tiempo/intensas-lluvias-inundaron-el-centro-de-lota/2017-08-09/075017.html>>
8. NOTICIA DE INUNDACION
<<http://www.soychile.cl/Coronel/Sociedad/2014/06/06/253974/Alcalde-de-Lota-por-inundaciones-Es-un-desastre-la-comuna.aspx>>
9. NOTICIA DE INUNDACION
<<http://www.chvnoticias.cl/nacional/inundaciones-y-cortes-en-luz-tras-sistema-frontal-en-lota/2017-08-13/150304.html>>
10. NOTICIA DE INUNDACION
<<http://www.soychile.cl/Coronel/Sociedad/2014/06/06/253931/Lota-colapsada-por-las-lluvias-el-Hospital-se-inundo-por-quinta-vez-en-este-mes.aspx>>
11. NOTICIA DE INUNDACION
<<http://www.biobiochile.cl/noticias/2014/04/30/lluvias-inundan-las-calles-del-centro-de-lota.shtml>>
12. NOTICIA DE INUNDACION
<<http://www.cnnchile.com/noticia/2017/08/13/alcalde-de-lota-en-menos-de-una-semana-lota-se-ha-inundado-tres-veces>>