UNIVERSIDAD SAN SEBASTIAN

PRESERVACIÓN DE LOS CAUCES HACIA SU ESTADO NATURAL PARA LA MITIGACIÓN Y EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil

Profesor Guía: Romina Laura Aranda Monsalve

Alumna: Nikol Alejandra González Hidalgo

Santiago de Chile, Diciembre, 2015

UNIVERSIDAD SAN SEBASTIAN

PRESERVACIÓN DE LOS CAUCES HACIA SU ESTADO NATURAL PARA LA MITIGACIÓN Y EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Santiago de Chile, Diciembre, 2015

CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

En Santiago, el… de... de…, los abajo firmantes dejan constancia que el alumno ……. de la carrera Ingeniería Civil ha aprobado la memoria para optar al título …….. Con una nota de……

Profesor:…….Profesor:……
Firma:……..Firma:……..……

Profesor:…….
Firma:…….

Santiago de Chile, Diciembre, 2015

Dedicatoria

AGREDECIMIENTOS

Agradecimientos

RESUMEN

Chile presenta grandes diferencias climáticas las que en este último tiempo han ido en aumento, lo que en su conjunto hacen que cualquier sistema ya sea de gestión de aguas lluvias urbanas, como de inundaciones y aluviones, deban considerar la variación de las características de las precipitaciones y estas consideraciones deben ser aplicables a lo largo del territorio nacional, lo que conduce a que se deba evaluar cada uno de forma particular con los antecedentes necesarios para decidir sobre las alternativas más adecuadas para su mitigación.

El siguiente estudio es una evaluación a la mitigación y el control de inundaciones en la Región Metropolitana, considerando las características hidrológicas, hidráulicas, geomorfológicas y climáticas de la región, específicamente la Sub-cuenca del Estero Las Hualtatas ubicadas en la Comuna de Lo Barnechea, la que pertenece a la Cuenca del Río Mapocho.

A continuación se realiza un estudio hidrológico e hidráulico de la comuna, mediante tres modelos de estimación de caudales máximos instantáneos para distintos períodos de retorno en las épocas de crecidas para la sub-cuencas de la Región Metropolitana, los que luego serán incluidos en un modelo HEC-RAS.

Todo lo anterior permite dar a conocer la problemática existente en las normativas chilenas respecto a las áreas de riesgo por inundaciones en las laderas de los cauces, ya que en estos momentos existen numerosos organismos que dictan limitaciones hacia estas zonas, las que no se complementan entre sí y/o no tienen un consenso claro al momento de saber desde donde es segura la construcción de un nuevo proyecto.

ABSTRACT

Chile has great climatic differences which in recent times have increased.
Those differences make any system either urban storm water management, as floods and landslides, should consider the variation of the characteristics of rainfall and these considerations should apply throughout the national territory, leading to evaluate each particular form with the necessary background to decide on the most appropriate mitigation alternatives.

The following study is an assessment to mitigation and flood control in the “Región Metropolitana” in Chile, considering the hydrological, hydraulic, geomorphological and climatic characteristics of the region, specifically the sub-basin “Estero Las Hualtatas” located in “Lo Barnechea”, Chile, this one belongs to the Mapocho River Basin.

The hydrologic and hydraulic study of this part of Chile is performed by using three models to estimate instantaneous peak flows for different return periods in times of floods for the sub-basins of the “Región Metropolitana” (Chile) which will be included in a HEC-RAS model.

This allows to present the problems in the Chilean regulations regarding flood risk areas on the slopes of the channels because nowadays there are many organizations that dictate limitations to these areas which do not complement each other and / or do not have a clear consensus about where is safe to build a new project.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN 6

ABSTRACT 7

TABLA DE CONTENIDOS 8

ÍNDICE DE FIGURAS 11

ÍNDICE DE TABLAS 12

CAPÍTULO I. GENERALIDADES. 13

1.1 INTRODUCCIÓN 13

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO 15

1.2.1 Objetivo General 15

1.2.2 Objetivos específicos: 16

1.3 ANTECEDENTES A RECOPILAR Y UTILIZAR. 16

1.3.1 Análisis de Estudios Anteriores 17

CAPÍTULO 2. REGLAMENTACIÓN VIGENTE 18

2.1 Análisis de la Reglamentación y Normativa Vigente Sobre los Cauces en Chile 18

2.1.1 Ministerio de Bienes Nacionales (MBN) 18

2.1.2 Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) 19

2.1.3 Código de Aguas (CA) y Código Civil (CC) 26

2.1.4 Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y Departamento de Obras Fluviales (DOF) 27

2.1.5 Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU) (Comisión Asesora Presidencial, 2013) 30

2.1.6 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNDCC). (Ministerio del Medio Ambiente, 2013) 32

2.2 Procedimientos, Requerimientos y Situación Actual de la Gestión Sobre los Cauces en Chile 33

2.2.1 Procedimientos 34
2.3 Procedimientos y normativas de otros países 42
2.3.1 Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente España ... 42
2.3.2. Normativa Legal en Suiza 44
2.4 Conclusión preliminar del Capítulo 49
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA CUENCALAS HUALTATAS. 51
3.1 Descripción Área de Estudio 52
3.1.1 Estero Las Hualtatas 53
3.1.2 Reconocimiento del Estero 54
3.1.3 Sectorización Estero Las Hualtatas 60
3.1 Análisis Hidrológico 61
3.1.1 Ubicación de las Estaciones Pluviométricas en la comuna de Lo Barnechea, Santiago 61
3.1.2 Estaciones disponibles con información pluviométrica, en la Comuna de Lo Barnechea, Santiago 63
3.1.3 Análisis de Frecuencia 66
3.1.4 Cuenca Hidrográfica 67
Fuente: Elaboración Propia 68
3.1.5 Parámetros morfométricos de las cuencas 68
3.1.6 Tiempo de concentración 69
3.1.7 Determinación de Caudales a través del Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas Sin Información Fluviométrica (Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas, 1995) 71
3.2 Análisis Hidráulico 89
3.2.1 Fundamentos teóricos del Hec-Ras 89
3.2.3 Topografía Utilizada 93
3.2.4 Condiciones de Borde 93

3.2.5 Rugosidades. 93
3.2.7 Resultados HEC-RAS 95
CAPÍTULO 4. PROPOSICIÓN DE MEDIDAS, VARIABLE Y CRITERIOS DE DISEÑO 102
4.1 Propuesta de Soluciones 102
4.2 Proposición de medidas 102
4.2.1 Medidas No-Estructurales 102
4.2.2 Medidas Estructurales 104
CAPÍTULO 5. CONCLUSIÓN 107
Bibliografía 120
ANEXOS 122
A. ANEXO 1 122
B. ANEXO 2 128
A. ANEXO 3 129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Franja de protección de riberas, para cursos de aguas de mayor jerarquía 35
Figura 2: Franja de Protección de Riberas, para cursos de aguas de menor jerarquía 36
Figura 3: Franja de Protección de Riberas con Vegetación Nativa 36
Figura 4: Franja de arborización sin infraestructura de vial 37
Figura 5: Zonas de Drenaje 38
Figura 6: Franja Mínima a Propuesta. 38
Figura 7: Obras de Defensas Fluviales para controlar el desbordamiento de un cauce 39
Figura 8: Desborde del Cauce al no contar con Obras de Ingeniería 40
Figura 9: Definición de Cauce Natural, según Código de Aguas 41
Figura 10: Zonificación del espacio fluvial 43
Figura 11: Plano de Ubicación del Área de Estudio 51
Figura 12: Plano de Ubicación Estero Las Hualtatas 54
Figura 13: Inicio del estero Las Hualtatas 55
Figura 14: Inicio estero Las Hualtatas, Noviembre 2015 56
Figura 15: Intersección José Alcalde Délano con Camino La Fragua agua arriba, noviembre 2015 56
Figura 16: Intersección José Alcalde Délano con Camino La Fragua agua abajo, noviembre 201 57
Figura 17: Desembocadura río Mapocho aguas arriba, noviembre 2015 57
Figura 18: Desembocadura rio Mapocho aguas arriba, noviembre 2015 58
Figura 20: Cuenca Hidrográfica Las Hualtatas 68
Figura 21: esquema de cálculo formula racional 73
Figura 22: esquema de cálculo del método de Verni King Modificado 79
Figura 23: esquema para cuencas ubicadas entre Lat 32° S y Lat 35° S 84
Figura 24: Tramo longitudinal estero Las Hualtatas 93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas *63*
Tabla 2: Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas *63*
Tabla 3: Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas *64*
Tabla 4: Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas *64*
Tabla 5: Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas *65*
Tabla 6: Indica precipitación en 24 horas por medio de tres distribuciones de probabilidad *66*
Tabla 7: Tiempo de concentración *71*
Tabla 8: Coeficiente de Escorrentía *74*
Tabla 9: coeficientes de duración para localidades chilena. *75*
Tabla 10: Método Racional Estero Las Hualtatas *77*
Tabla 11: Coeficiente empírico de período de retorno 10 años C(T=10 años) *81*
Tabla 12: Coeficientes de fórmulas empíricas *82*
Tabla 13: Método Verni y King Modificado Estero Las Hualtatas ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
Tabla 14: Curva de frecuencia regional de caudales medios diarios máximos zona homogénea Np pluvial- log normal –latitud 32°35° *85*
Tabla 15: Factores de conversión del caudal medio diario máximo a caudal instantáneo máximo. *86*
Tabla 18: Método DGA-AC Estero Las Hualtatas *88*
Tabla 19: Caudales Adoptados *89*
Tabla 20: Coeficiente de rugosidad Método de Cowan *94*

CAPÍTULO I. GENERALIDADES.

1.1 INTRODUCCIÓN

La tasa de retorno de los fenómenos y desastres naturales es un problema de gran importancia en el diseño y planificación de obras de ingeniería, ya que debe combinar los costos asociados al proyecto con la seguridad de la comunidad.

Los desastres naturales ocurridos después de los años 80, nos hace reflexionar sobre cómo se ha comportado la población frente a los eventos y situaciones experimentadas y en términos estructurales, cómo han cambiado las condiciones de constructibilidad y habitabilidad de nuestras ciudades, particularmente las que se han desarrollado cercanas a bordes costeros y cauces de aguas, lo que cobra mayor relevancia si tomamos en consideración que muchas ciudades y lugares poblados de Chile cumplen lo anterior.

El cambio climático ha generado tendencia creciente en la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos en los últimos 50 años y se considera probable que las altas temperaturas, olas de calor y fuertes precipitaciones continuarán siendo más frecuentes en el futuro. Chile está dentro de los países vulnerables a este cambio climático, puesto que cuenta con áreas de borde costero de baja altura, con zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal; además es un país propenso a desastres naturales, por lo tanto el efecto del cambio climático cobra mayor relevancia en este sentido.

Desde el punto de vista administrativo y legal ¿qué se puede hacer cuando los fenómenos naturales, catástrofes, inundaciones y maremotos modifican la geografía y afectan la forma de vida de quienes residen en los lugares afectados?, Una de las soluciones es la que entregan los instrumentos de planificación territorial en los cuales se definen áreas de riesgo, cuando sea el

caso y previo a un estudio específico, por constituir un peligro potencial para los asentamientos humanos. En dichas áreas de riesgo se establecen zonas no edificables o de condiciones restringidas de edificación que se entenderán como aquellas áreas del territorio en las cuales, por razones fundadas, se restringen a determinados tipo de construcciones y se establecen los requisitos y condiciones que deberán cumplirse para su uso, como por ejemplo zonas inundables o potencialmente inundables, debido a proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas y pantanos. Esto se debe a razones de seguridad contra desastres naturales u otros motivos subsanables mediante la incorporación de obras de ingeniería u otras suficientes para tales efectos, ya que incluso en algunos casos, ciudades completas han desaparecido o han tenido que ser reubicadas para evitar pérdidas humanas ante eventuales ocurrencias de un fenómeno similar o superior.

De los numeroso cauces en Chile, que en condiciones eventuales desbordan cuando hay un aumento en su caudal, generalmente la población no respeta estos lugares que son potencialmente peligrosos, porque a pesar de que la normativa chilena contiene restricciones sobre áreas de riesgo, sí se autorizan proyectos, pero para ello se requiere una solicitud de permiso de edificación y un estudio fundado, el que es elaborado por un profesional especialista para que sea aprobado por el organismo competente, que determine las acciones que deberán ejecutarse para su utilización, incluida la Evaluación o Declaración de Impacto Ambiental correspondiente.

Las alternativas para disminuir los daños provocados por los desbordes de los cauces dicen relación con prohibiciones de construir obras de tipo residencial en las laderas de los ríos, pero sí permitir construcciones que alberguen otras actividades (como equipamientos turísticos o comerciales, por ejemplo). En ocasiones, las nuevas construcciones incluyen características de sustentabilidad que ayudan a mantener el entorno y funcionalidad con el transcurso del tiempo y además eviten el riesgo sobre lugares con permanencia de personas y no produzcan el mismo nivel de daños que en los

eventos ocurridos anteriormente. Entre estas construcciones se encuentran por ejemplo: parques fluviales, inundables, de espaciamiento, ciclo-vías, senderos de caminatas, áreas verdes, costaneras, parques fluviales, miradores, rompe olas, entre otros.

Para finalizar, es necesario también indicar que en la última década, producto de la gran cantidad de desastres naturales que ha sufrido el país, principalmente inundaciones, desbordes de cauces, aluviones y maremotos, está cobrando mucha relevancia el análisis y diagnóstico a partir de eventos catastróficos reales, que si bien no siempre permiten identificar la ocurrencia de los fenómenos, si permiten medir los riesgos asociados al evento para así prevenir con obras y/o medidas que protejan a la población.

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.2.1 Objetivo General

Corresponde a un análisis sobre lo que se ha hecho en Chile después de los desastres naturales, en particular qué ha ocurrido en eventos de inundaciones y de informar sobre las medidas que se están utilizando actualmente y orientar a cómo realizar estos procesos en un futuro, además evaluar el caso particular del Estero Las Hualtatas a partir de su caracterización física, hidrológica e hidráulica y comparar sus resultados con el Proyecto existente (EIC, 2004), en el que además se hará una proposición de medidas, tanto estructural como no estructural para el caso particular del estero.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Estudiar la normativa chilena en cuanto a riesgos relacionados a inundaciones y aluviones.
- Investigar que se realiza en países desarrollados sobre estos riesgos.
- Revisar y analizar antecedentes de estudios realizados en el estero Las Hualtatas.
- Caracterizar la cuenca del estero Las Hualtatas y analizar nuevas intervenciones desde estudios anteriores a la fecha.
- Realizar la hidrología e hidráulica de la cuenca del estero Las Hualtatas del Río Mapocho.
- Comparar los resultados obtenidos en esta memoria con un proyecto existente.
- Determinar cualitativa y cuantitativamente los principales problemas que se generarían durante una crecida del estero Las Hualtatas.
- Generar propuestas para mitigar los problemas de inundaciones en la cuenca particular y en general.

1.3 ANTECEDENTES A RECOPILAR Y UTILIZAR.

Se recopilarán todos los antecedentes de los organismos pertinentes que tienen relación con las normativas vigentes, permisos constructivos, construcción de mitigación en zonas de riesgos, específicamente en laderas de cauces, que tienen estricta relación con los problemas ocasionados por las inundaciones, ya sea por construcciones próximas a zonas de riesgos o por evitar las franjas de restricción en las laderas de los cauces.

1.3.1 Análisis de Estudios Anteriores

Dentro de esta área se han ejecutado una gran cantidad y variedad de estudios que tienen relación directa e indirecta con el tema, bajo este concepto se analizarán los siguientes informes:

- (EIC, 2004)
- (Salas, 2002)

La lectura de estos informes está orientada a rescatar comentarios, observaciones y antecedentes que sirvan para la cuenca de la Región Metropolitana.

CAPÍTULO 2. REGLAMENTACIÓN VIGENTE

2.1 Análisis de la Reglamentación y Normativa Vigente Sobre los Cauces en Chile

En este capítulo se revisarán las normas existentes de algunas Instituciones del Estado como el Ministerio de Bienes Nacionales, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Código de Aguas, Ministerio de Obras Hidráulicas y Municipios, para analizar y comparar las restricciones que existen sobre construcciones en las laderas de los cauces y/o zonas de riesgos.

2.1.1 Ministerio de Bienes Nacionales (MBN)

El (Ministerio Bienes Nacionales) tiene como objetivo principal administrar y gestionar el patrimonio fiscal, por medio de la elaboración de normas, políticas y programas, además cuenta con información completa y actualizada del territorio. El Ministerio de Bienes Nacionales creó un Decreto Supremo, denominado actualmente como DS609/78, en el cual se establecen normas para los deslindes de los bienes nacionales de uso público que constituyen los cauces de los ríos, esteros y lagos, los cuales sirven para distinguir los límites de una propiedad.

Para esta fijación de deslindes, indica que se deberá acudir al Departamento de Defensas Fluviales de la Dirección General de Obras Públicas quien estará encargado de agregar a su informe técnico de deslinde un plano de la zona del río o estero, cuando las circunstancia así lo ameriten.

Para poder determinar cuáles son los terrenos que constituyen cauces de ríos, lagos y esteros y sobre los cuales se identifican los deslindes; los organismos deberán considerar:

- Lecho o álveo: Corresponde a la porción de tierra por la que permanentemente corren las aguas.
- Cauces de ríos, lagos o esteros: Se consideran las superficies de suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en sus creces periódica extraordinaria.
- Creces extraordinaria: Son aquellas de rara ocurrencia y que se deban a causas no comunes, producidas sin regularidad, durante períodos, en general, mayores de cinco años. Los terrenos ocupados y desocupados alternativamente en estas creces extraordinaria.

De acuerdo al Ministerio de Bienes Nacionales, se entiende por Cauce a la superficie que el agua ocupa en una eventual crecida, esta crecida puede ser del tipo extraordinaria, es decir con un período de retorno mayor a 5 años.

Por otra parte, este decreto indica que cualquiera que quiera extraer arena o ripio del cauce de un río, lago o estero, deberá previamente informar al Departamento de Defensas Fluviales de la Dirección General de Obras Públicas, que actualmente pertenece a la Dirección de Obras Hidráulicas. Al otorgarse las concesiones y permisos mencionados, deberán adoptarse todas aquellas medidas para evitar perjuicios a los propietarios riberanos, o a las obras de defensa que construyan los particulares o el Fisco para impedir que se produzcan erosiones o aluviones en los terrenos riberanos.

2.1.2 Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo es un organismo perteneciente al Estado de Chile y su principal objetivo es encargarse de la planificación, desarrollo y construcción de viviendas, además de urbanizar y normar el uso de los espacios urbanos para hacerlos apropiados para vivir. Dentro de esta planificación se encuentra el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) que a continuación se describen sus aspectos relacionados con el tema de esta memoria de título.

2.1.2.1 Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)

El Plan Regulador Metropolitano de Santiago, surge por el incremento sustancial de la población y su proceso de urbanización como resultado de las migraciones desde las zonas rurales hacia la ciudad. Este Instrumento de Planificación ayuda a orientar, fomentar y regular el desarrollo urbanístico del territorio, el cual se aprobó en noviembre de 1994, y aborda el tratamiento unitario del problema territorial y además intenta generar una propuesta amplia e integradora donde los diferentes actores del desarrollo sean capaces de converger y participar en armonía y actuar de una forma responsable en sus respectivos espacios por el bienestar público.

En su proceso ha experimentado constantes modificaciones, la más actual de ellas es registrada el 26 de noviembre de 2011 que es llamada MODIFICACIÓN 100.

El PRMS en su capítulo 8.2 menciona las Áreas de Alto Riesgo para los asentamientos humanos, en las cuales el emplazamiento de la población debe ser restringida de manera parcial o total, ya que, en este sentido el PRMS establece dos categorías de riesgo, las de riesgo por origen natural y las de riesgo por actividad peligrosa.

En las Áreas de Riesgo Por Origen Natural, se pueden presentar fallas geográficas, volcánicas, inadecuada constitución del terreno para las fundaciones de estructuras, deslizamientos de materiales o sedimentos, áreas afectadas naturalmente por el tipo geológico e hidrológico en las siguientes categorías:

- Áreas de alto riesgo natural por inundación: Se consideran en esta categoría a los cauces pertenecientes al agujero hidrográfico de los ríos, esteros y quebradas y las áreas ribereñas que son ocupadas por las aguas cuando ocurren fenómenos de aluviones, crecidas, etc.

- Lugares críticos de concentración de aguas: Se consideran en esta categoría a los terrenos afectados por las aguas provenientes de las precipitaciones o escurrimientos superficiales y que afectan a la seguridad y habitabilidad de los sectores que las reciben.
- Cauces artificiales: Se consideran en esta categoría a las obras de canalización de aguas. Los proyectos que tengan relación con ello deberán consultar fajas de protección a ambos costados del cauce y además en los planes reguladores se deberán graficar estos cauces artificiales y sus respectivas franjas de inundación.
- Suelos de mal drenaje: Se consideran en esta categoría a las áreas pantanosas cuya contextura de suelo dificulte filtrar las aguas superficiales provenientes de escurrimientos superficiales, precipitaciones y en algunos casos si existe afloramiento de las aguas subterráneas.

En las Áreas de Riesgo por Actividad Peligrosa, se presentan instalaciones altamente peligrosas que por sus características y para la aplicación de la planificación territorial se considerarán siempre de carácter metropolitano por el impacto que provocan. En estas áreas, en algunos casos específicos será necesario restringir y controlar el proceso de desarrollo urbano para evitar riesgos a la población, dentro de esta categoría se puede incluir las plantas de almacenamiento, distribución o procesamiento de combustible, gas, petróleo, productos químicos explosivos, etc.

El PRMS respecto de las Áreas de Riesgo por Inundación y Protección de los Cauces Naturales, hace referencia a que dichas áreas son afectadas por desbordes de cauces. En los terrenos afectados por este riesgo, se señala que se podrán desarrollar estudios técnicos específicos (hidrológicos e hidráulicos) debidamente aprobados por los servicios pertinentes del Ministerio de Obras Públicas, a través de los cuales se delimite el área inundable, así como, las obras de ingeniería que deban construirse para proteger dichos terrenos contra desbordes.

Las Áreas Urbanizables o de extensión urbana afectadas por riesgo de inundación, podrán aumentar la intensidad de utilización del suelo mediante una modificación al Plan Regulador Comunal en el cual se establezca los usos de suelo, densidades y demás condiciones técnico-urbanísticas. Los usos de suelo y normas técnicas que rigen mientras las áreas presenten riesgo de inundación, para estos sectores son: el uso de suelo permitido es para Actividades agrícolas y de forestación, de áreas verdes y espacio público, equipamiento de esparcimiento, recreación y deporte. Todas las actividades al aire libre, la superficie del predio mínima son 10 Hectáreas, el porcentaje máximo de ocupación del suelo es de 1% y el coeficiente de máximo constructibilidad es de 0,01.

En el caso de las áreas que ya se encuentren urbanizadas, los Planes Reguladores Comunales deberán reconocerlas y normarlas con condiciones técnico-urbanísticas que minimicen el riesgo que ello implica. Conforme a ello, los Planes Reguladores Comunales (PRC), deberán establecer exigencias de urbanización como, obras de drenaje, así como también condiciones de edificación referidas a alturas mínimas de sobrecimiento, altura mínima de nivel de piso terminado, zócalo en cierros exteriores, prohibición de pisos subterráneos o restricción de usos en pisos subterráneos, prohibiendo el uso residencial, evacuación expedita, entre otros. Así mismo, se deberá restringir la intensidad de ocupación del suelo y densidad de población, debiendo quedar excluidos los equipamientos que impliquen concentración masiva y permanencia prolongada de personas sin posibilidad de evacuación.

Asimismo, el PRMS hace referencia en el Título 8° Área Restringida o Excluida al Desarrollo Urbano (2007), a la **Protección de Riberas de Cauces Naturales**, la cual establece una franja de protección de 200 metros mínimo de ancho, adyacente y paralelo a cada costado de los bordes del cauce y de 400 metros mínimo de radio de su nacimiento para cursos de agua permanentes de mayor jerarquía. Para cursos de agua de menor jerarquía la franja de protección es de 100 metros como mínimo de ancho adyacente y paralela a cada costado de los bordes del cauce, y 400 metros mínimos de radio desde su nacimiento.

En caso que exista vegetación nativa en sus bordes, la franja de protección incorporará a aquellos que se emplacen hasta los 200 metros de sus orillas. Sin embargo estas franjas, tanto para mayor como para menor jerarquía podrán disminuirse hasta en un 30% de su ancho, argumentado en un Estudio Técnico Específico de Riesgo, debidamente aprobado por el organismo competente. Fundamentado en el mismo Estudio y siempre que éste lo permita, la disminución de la franja de protección podrá alcanzar hasta un 60% de su ancho, siempre que la totalidad del ancho de la franja restante se arborice. En esa franja de arborización no se permitirá la infraestructura de vialidad y en las áreas urbanas afectadas por cursos naturales de agua, la franja de protección de cauces tendrá un ancho de 50 metros mínimo adyacente y paralelo medidos a cada costado del borde o de los bordes del cauce, según corresponda. En esta franja se permitirán los siguientes usos de suelo: áreas verdes, equipamiento de esparcimiento, deporte, senderos para fines turísticos y ciclovías. De la misma forma, se permitirá destinar hasta un 30% de su ancho para vialidad.

Con respecto a la Norma Técnica Urbana del PRMS, en las áreas urbanas el ancho a cada borde del cauce será de 40 metros y en caso de ser menor este deberá estar conforme a lo que se concluya con el estudio de riesgo o informe técnico y esta disminución igualmente deberá ser informada favorablemente por el SEREMI de Vivienda y Urbanismo.

Las construcciones y urbanizaciones que se ejecuten en Quebradas, deberán contar con los estudios y proyectos que aseguren el normal escurrimiento de las aguas y la protección de los bordes y laderas, los cuales deberán ser informados favorablemente por los organismos competentes que corresponda, previamente a la autorización municipal. Asimismo, la recepción municipal sólo efectuará previa conformidad de las obras derivadas de los proyectos antes señalados.

Basado en estudios técnicos específicos, que tienen relación con los riesgos por inundación y/o acción fluvial, como son la erosión o socavación de riberas, que sean aprobados por las Direcciones pertinentes del Ministerio de Obras Públicas, o en informes técnicos, según corresponda, derivados de dichas Direcciones, el ancho de la franja de restricción podrá disminuirse hasta un ancho como mínimo de 20 metros, respecto a cada uno de sus bordes. Para estos efectos, la Dirección General de Aguas, aprobara si corresponden los proyectos de modificación de cauces naturales mediante Resolución fundada, debiendo contar con la aprobación del Departamento de Obras Fluviales, de la Dirección de Obras Hidráulicas.

Si como consecuencia de estudios específicos, resultarán anchos de restricción menores que los establecidos, se deberá respetar en cada caso el ancho mínimo de área verde fijado para los Parques Quebradas, graficados en los planos de la Región Metropolitana. Igualmente, en las franjas de restricción resultantes, solo se permitirá el equipamiento de áreas verdes, recreacional-deportivo y de esparcimiento-turístico, con las instalaciones mínimas complementarias al aire libre que no impliquen concentración masiva o permanencia prolongada de personas.

2.1.2.2 Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC)

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1992) contiene disposiciones reglamentarias de la ley Chilena, las que regulan los procedimientos administrativos, el proceso de la planificación urbana, la urbanización de los terrenos, la construcción y los estándares técnicos de diseño y construcción exigibles en la urbanización y la construcción.

Hace referencia a los estudios de mayor detalle, donde los planes reguladores comunales podrán precisar o disminuir las áreas de riesgo y zonas no edificables.

En los Planes Reguladores se definen áreas restringidas al desarrollo urbano, que pueden ser un peligro potencial para la población. Dichas áreas, se denominarán zonas no edificables o áreas de riesgo.

- Zonas no edificables: se entenderán aquellas que por su especial naturaleza y ubicación no son susceptibles de edificación, en virtud de lo preceptuado en el inciso primero del artículo 60° de la Ley de Urbanismo y Construcciones. En estas áreas sólo se aceptará la ubicación de actividades transitorias.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC),en relación a las Áreas de Riesgo, señala que son aquellos territorios en los cuales, previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales y otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos.

Para autorizar proyectos a emplazarse en Áreas de Riesgo, se requerirá que se acompañe a la respectiva solicitud de permiso de edificación un estudio fundado, elaborado por un profesional especialista y aprobado por el organismo competente, que determine las acciones que deberán ejecutarse para su utilización, incluida la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente conforme a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, cuando corresponda. Este tipo de proyectos podrán recibirse parcial o totalmente en la medida que se hubieren ejecutado las acciones indicadas en el referido estudio. En estas áreas, el plan regulador establecerá las normas urbanísticas aplicables a los proyectos, una vez que cumplan con los requisitos establecidos en este inciso.

Las Zonas No Edificables corresponderán a aquellas franjas o radios de protección de obras de infraestructura peligrosa, tales como aeropuertos, helipuertos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos, u otras similares, establecidas por el ordenamiento jurídico vigente.

Las Áreas de Riesgo se determinarán en base a las siguientes características:

- Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, curso de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
- Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.

2.1.3 Código de Aguas (CA) y Código Civil (CC)

La Dirección General de Aguas (DGA), es una institución del estado encargada de la gestión y administración de los recursos hídricos, con la finalidad de dar asignaciones eficientes, 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.

En relación al marco legal chileno, el Código Civil y el Código de Aguas, indican que todas las aguas son de dominio público, es decir, pertenecen al Estado. El derecho a utilizarlos, ya sea para consumo o no, se concede a las personas de acuerdo con las disposiciones administrativas dictados del Código de Agua (CA/1981) y los reglamentos correspondientes. En relación a lo que el Código de Aguas indica generalmente la mayoría de los canales de los ríos, también se encuentran en el dominio estatal, con la diferencia de que están disponibles para el uso público, es decir, son "bienes nacionales de uso público".

Un cauce natural de uso público, según Código de Aguas en su Decreto Supremo 677 del año 1993 (DS677/93) y el Código Civil en su artículo 650, tienen relación al espacio del suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en sus crecidas y bajas periódicas. Conjuntamente este tipo de suelo será de uso público, pero los propietarios cercanos a las riberas podrán aprovechar y cultivar este suelo en épocas en que no esté ocupado por las aguas.

Las Líneas de riberas se denominan como riberas o márgenes a las zonas laterales que lindan con el álveo o cauce, según es estipulado en el artículo 33, del Código de Aguas.

De acuerdo al artículo 41 del Código de Aguas, las modificaciones que fuesen necesarias en los cauces de tipo natural o artificial con motivo de construcciones de obras, urbanizaciones y edificaciones que puedan causar daño a la vida, salud o bienestar en los asentamientos humanos o que en su proceso alteren el régimen del escurrimiento de las aguas, deberán ser responsabilidad del o los interesados y ser aprobadas previamente por la Dirección General de Aguas, la cual determinará mediante una resolución, cuáles son las obras y características que se encuentran en la situación antes mencionada. Se entenderá igualmente como una modificación, no solo al cambio de trazado de los cauces, sino también a la alteración de cualquiera de sus obras de arte y a la construcción de nuevas obras.

En relación a las personas naturales o jurídicas que desean efectuar las modificaciones antes mencionadas, deberán presentar los proyectos correspondientes a la Dirección General de Aguas, para su previa aprobación según lo estipula el artículo 171 del Código de Aguas y bajo esta misma reglamentación, cuando se trate de regularizar las obras de defensa de cauces naturales, estos proyectos deberán ser aprobados por el Departamento de Obras Fluviales pertenecientes al Ministerio de Obras Públicas.

2.1.4 Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y Departamento de Obras Fluviales (DOF)

La Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas (MOP), tiene como objetivo contribuir al desarrollo económico del país, a través de la provisión de servicios de infraestructura hidráulica que cumpla con las políticas y normativas medioambientales, lograr estándares de eficiencia en el uso de los recursos y particularmente se preocupa de estudiar el comportamiento de los cauces de las quebradas, para poder planificar obras de control en sectores

y lugares poblados expuestos a riesgos por inundaciones, identificar y zonificar los sectores para contar con los antecedentes y datos básicos que permitan el ordenamiento urbano territorial.

La Dirección de Obras Hidráulicas se subdivide en tres divisiones. División de Riego, en la que sus funciones son la construcción de nuevos embalses y su supervisión, construcción de canales de regadíos, entubamientos, etc.; División Agua Potable Rural, la que tiene como principal objetivo dotar de este suministro a la población, según calidad, cantidad y continuidad de acuerdo con la Norma Chilena NCh 409 Of. 84; División de Cauces y drenaje urbano, que realiza intervenciones en cauces naturales mediante las obras fluviales y de control aluvional, con la finalidad de controlar las crecidas y eventos que ponen en riesgo a los asentamientos humanos.

Actualmente, la Dirección de Obras Hidráulicas, se ha encargado de realizar Planes de Manejo de Cauces, los cuales son estudios, que elaboran un análisis integral del cauce, considerando aspectos hidráulicos y de mecánica fluvial. Como resultado de lo anterior. Estos estudios identifican los terrenos inundables o erosionables ante crecidas del cauce en estudio y según eso, se identifica y diseña a nivel de factibilidad, obras de defensas fluviales, para aquellos sectores con infraestructura o poblacionales proponen soluciones no estructurales, como restricciones al uso de suelo; propone medidas para regular la explotación sustentable de los áridos del lecho del río y, de corresponder, se proponen criterios para futuros estudios de fijación de los deslindes de la propiedades aledañas. En resumen, se abordan aspectos de manejo de cuencas y la planificación territorial de zonas de riesgo, entre otras acciones. Estos Planes de Manejo de Cauces, son considerados como un instrumento indicativo y de consulta, y que limitan expresamente las superficies de inundación como un sugerencia para otras instituciones (MINVU, y municipios) sin embargo son solo indicativos y no restrictivos propiamente tal. A través de estos Planes de Manejo se han estudiado algunas cuencas y cauces importantes del país en relación a su comportamiento hidráulico frente a diferentes crecidas, teniendo en consideración períodos de retorno centenarios, como base del diagnóstico y definir las áreas de inundación; luego, para este

mismo período de retorno determinar la magnitud del caudal para el diseño de las obras de control de inundación, sin embargo estos planes son informes que no se actualizan con rigurosidad, y no incorpora la ocurrencia de eventos poco frecuentes de la hidrología, cambios en el uso del suelo de zonas aledañas al cauce que corresponden a modificaciones propias al cambio climático y al crecimiento de la ciudad .

Así, a la DOH le corresponde la función de revisión y supervisión de proyectos de intervención o modificación de las fajas de restricción en cauces naturales, desarrollados por otros organismos públicos o privados, visar técnicamente los proyectos de extracción de áridos de cauces naturales revisar estudios técnicos y sugerir la disminución de las Franjas de Restricción, asociadas a crecidas de los cauces de ríos, esteros y quebradas que afectan a una propiedad, de acuerdo a lo que indica el Plan Regulador comunal.

Por otra parte, a partir de los requerimientos de infraestructura de obras fluviales y de control aluvional identificados la DOH desarrolla las etapas de factibilidad, diseño y construcción de proyectos específicos. Normalmente, estas actividades se desarrollan mediante contratos de consultorías y de ejecución de obras a través de licitaciones públicas donde participan consultores y contratistas inscritos en los registros del MOP, y donde la DOH desarrolla la inspección final. Entre las principales obras fluviales y de control aluvional se pueden mencionar: defensas longitudinales en las riberas mediante enrocados, gaviones, terraplenes y otros; espigones; muros transversales al flujo, embalses de control de crecidas, diques retenedores de sedimentos y otros.
Una vez finalizada la construcción, estas obras se ponen en operación y, se incorporan al programa anual de conservación de riberas de cauces naturales.

Este programa es desarrollado por las Direcciones Regionales de la DOH, y contempla la mantención y reparación de las obras fluviales y aluvionales existentes, junto con acciones de limpieza y encauzamiento con maquinaría de los lechos de los ríos y esteros, con el objetivo de tenerlos despejados y operativos durante crecidas. Adicionalmente, este programa incluye la

ejecución de defensas fluviales en las riberas de ríos y esteros, con la finalidad de estabilizar o reponer riberas dañadas por crecidas.

Finalmente, la DOH también cumple un rol técnico de apoyo en situaciones de emergencia por inundaciones, que dicen relación con el monitoreo del comportamiento de los cauces e implementación de medidas y obras de mitigación de estos fenómenos.

2.1.5 Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU) (Comisión Asesora Presidencial, 2013)

La Política Nacional de Desarrollo Urbano, establece lineamientos que orientan hacia una evolución positiva y sustentable para las ciudades. La urbanización de los últimos años ha permitido que los ciudadanos puedan acceder a beneficios, tales como la interacción con otros, creación de fuentes de empleo, acceso a servicios y equipamientos, etc. Al mismo tiempo, el desarrollo de las ciudades y centros poblados no están exentos de carencias y dificultades, el mayor de estos problemas es la segregación social urbana, provocada por décadas de avance en la reducción del déficit habitacional centrados solo en el aspecto cuantitativo, sin fijar la atención en la localización de las viviendas y su acceso a determinados bienes públicos urbanos mínimos sumando carencias como la falta de conectividad, congestión, la deficiente conservación del patrimonio, expresiones culturales.

El sistema público que enfrenta Chile, en cuanto al desarrollo urbano se caracteriza por una toma de decisiones centralizada y poco participativa. La cobertura de los Instrumentos de Planificación Territorial de nivel local alcanza al 68% de las comunas del país. Sin embargo, dichos instrumentos tardan en promedio seis años en tramitarse y tienen pocas facultades para conducir el desarrollo urbano, o para vincular los usos de suelo con el transporte, o las obras públicas con el financiamiento.

Los asentamientos humanos y productivos deben desarrollarse de forma sustentable, equilibrada con el medio natural, reconociendo y valorando los sistemas en que se insertan. Las ciudades son importantes consumidoras de energía y de agua, así como grandes generadoras de emisiones hacia la atmósfera, hacia los cuerpos de agua y también de contaminación de suelos. Su forma de relacionarse con el medio natural y su desarrollo tienen efectos que deben ser resueltos en función del necesario progreso del país, del bien común y de los intereses de los habitantes de cada ciudad y centro poblado.

Los objetivos principales de esta política nacional es considerar los sistemas naturales como soporte fundamental en la planificación y diseño de las intervenciones en el territorio, en donde se pueda establecer que los Instrumentos de Planificación Territorial deben siempre elaborarse y diseñarse considerando los sistemas naturales del territorio, con especial atención a las cuencas hidrográficas, reconociendo la biodiversidad y los ecosistemas como activos ambientales; Incorporar en las decisiones de planificación y en las reglas para el desarrollo de proyectos, criterios de manejo sustentable del patrimonio natural y valoración de los aspectos paisajísticos, incluyendo mecanismos públicos de fomento o incentivos de establecer reglas y condiciones objetivas para el desarrollo sustentable de proyectos en el borde acuático en base a una visión integrada tierra-mar, lago o río; Generar estándares, guías de diseño y manuales de implementación y mantención de arborización urbana, tanto para las ciudades como para las localidades menores, adecuados a su geografía y características propias; Incentivar la restauración de las condiciones naturales en áreas erosionadas o degradadas y exigir que los nuevos proyectos públicos o privados no generen nuevas condiciones de erosión o degradación, sin las debidas mitigaciones o compensaciones.

2.1.6 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNDCC). (Ministerio del Medio Ambiente, 2013)

El Ministerio del Medio Ambiente, está encargado de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, y además de la protección y conservación de los recursos naturales renovables e hídricos.

Chile hace algunos años que está participando de manera constante en temas relacionados con el Cambio Climático, a pesar de que no es un país considerado a nivel mundial como un emisor relevante de Gases de Efecto Invernadero, ha participado en acuerdos internacionales en los que se ha comprometido a realizar inventarios y seguimientos de las emisiones para evitar su aumento.

Según al artículo 4.8 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), se considera un país altamente vulnerable frente a fenómenos relacionados al cambio climático, ya que Chile cuenta con áreas de borde costero de baja altura, áreas áridas, semiáridas y de bosque, susceptibilidad a desastres naturales, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica, etc. En los últimos 5 años se han desarrollado avances importantes en la compresión de los impactos del cambio climático, mejorando la información que asocia su vulnerabilidad frente al cambio climático, pero a pesar de esto las estrategias para reducirlas han sido limitadas.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, se constituye para fortalecer la capacidad del país para adaptarse al cambio climático profundizando los conocimientos de sus impactos y la vulnerabilidad del país. Este plan entrega lineamientos para la adaptación en Chile, generando acciones planificadoras que permitan minimizar los efectos negativos y aprovechar los positivos, para el desarrollo económico y social.

De los principios que rigen al Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, los que tienen relación con los efectos producidos en los cauces, ríos y esteros, son los complementos y soportes de otras políticas ambientales, lo cuales maximicen los beneficios como la gestión de desastres, reducción de las emisiones de gases producidas por el efecto invernadero, la reducción de la contaminación atmosférica local, entre otras. Incluso el reconocimiento del valor de los ecosistemas y de la biodiversidad, como una fuente natural y esencial para vida, ya que con ella se pueden amortiguar los distintos efectos del cambio climático sobre las comunidades, infraestructura y sobre los propios ecosistemas.

2.2 Procedimientos, Requerimientos y Situación Actual de la Gestión Sobre los Cauces en Chile

En la actualidad existen variados organismos del Estado que brindan definiciones y normativas sobre los cauces naturales de uso público, las zonas de riesgos, cauces, álveo, etc., lo que causa gran controversia al momento de decidir sobre cuanta distancia hay que dejar en las laderas de los cauces, para que sea seguro de habitar.

Unas de las principales falencias encontradas al analizar y comparar la normativa de organismos gubernamentales, son los problemas de definiciones como por ejemplo que parte del terreno es el cauce natural, cuales son las franjas de restricción y las zonas de riesgo, puesto que, cada ente público tiene su propia descripción para cada concepto. por ejemplo en el Código Civil las definiciones de álveo y Cauce son nombradas como sinónimos y en la mayoría de las legislaciones consultadas álveo es la parte del cauce que siempre está ocupada por agua, mientras que el Cauce incorpora en su definición a los terrenos playa, que son ocupados solo por las crecidas periódicas ordinarias, De esta manera ribera o cauce, en el Código Civil se asume que la ribera es parte del cauce y el Código de Aguas la define como una zona lateral al cauce, por este motivo no queda claro, si ribera es un terreno de bien nacional de uso

público o un terreno perteneciente a un privado. Por otro lado existe subjetividad frente a distintos conceptos como creces periódica ordinaria, rara ocurrencia, causas no comunes, sin regularidad, etc. ya que en este sentido el significado para todos, y cada persona natural o jurídica tomará el que más se ajuste a sus requerimientos.

En Chile, la organización político administrativa divide las responsabilidades en los denominados Ministerios Sectoriales, los que generan constantemente reglamentos y resoluciones con instrucciones o exigencias a la hora de construir o ejecutar algún proyecto. Dichos reglamentos tratan de ordenar de la mejor forma posible lo que a cada Ministerio le corresponde, generando muchas veces, problemas de interpretación o duplicidad de reglamentación aplicable a una misma situación, lo que hace complejo determinar lo que realmente debe ser aplicado, debido a las numerosas entidades autónomas existentes.

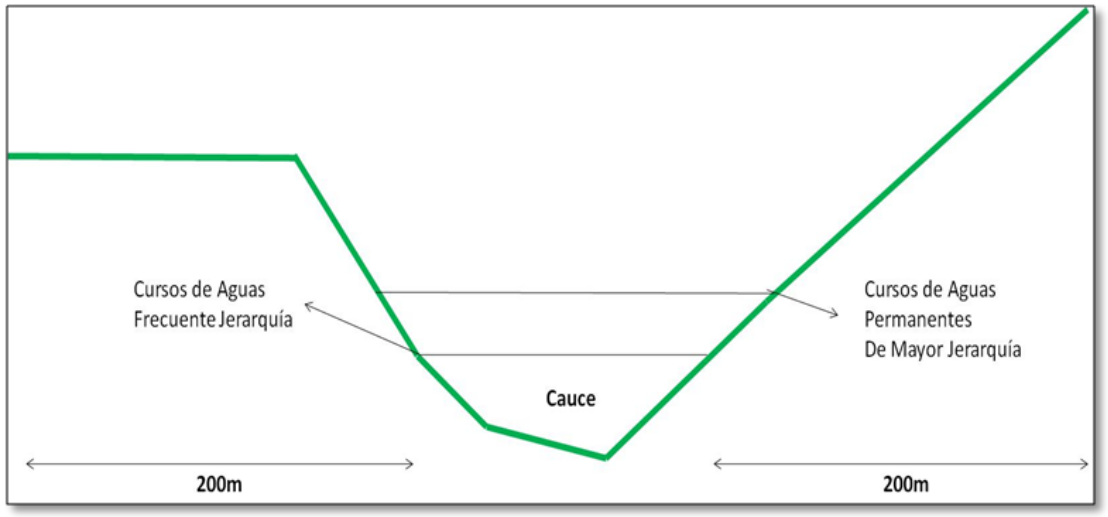
2.2.1 Procedimientos

2.2.1.1 Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)

El Plan Regulador Metropolitano (PRMS), frente a la protección de Riberas de Cauces Naturales para cursos de aguas permanentes de mayor jerarquía, la franja de protección es de 200 metros mínimos como se muestra en la Figura 1; para cursos de aguas de menor jerarquía la franja de protección es de 100 metros como mínimo de ancho adyacente y paralela a cada costado de los bordes del cauce como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; en caso que exista vegetación nativa en sus bordes la franja de protección incorporará a aquellos que se emplacen hasta los 200 metros de sus orillas Figura 3. Sin embargo estas franjas, tanto para mayor como para menor jerarquía podrán disminuirse hasta en un 30% de su ancho, argumentado en un Estudio Técnico Específico de Riesgo, debidamente aprobado por el organismo competente.

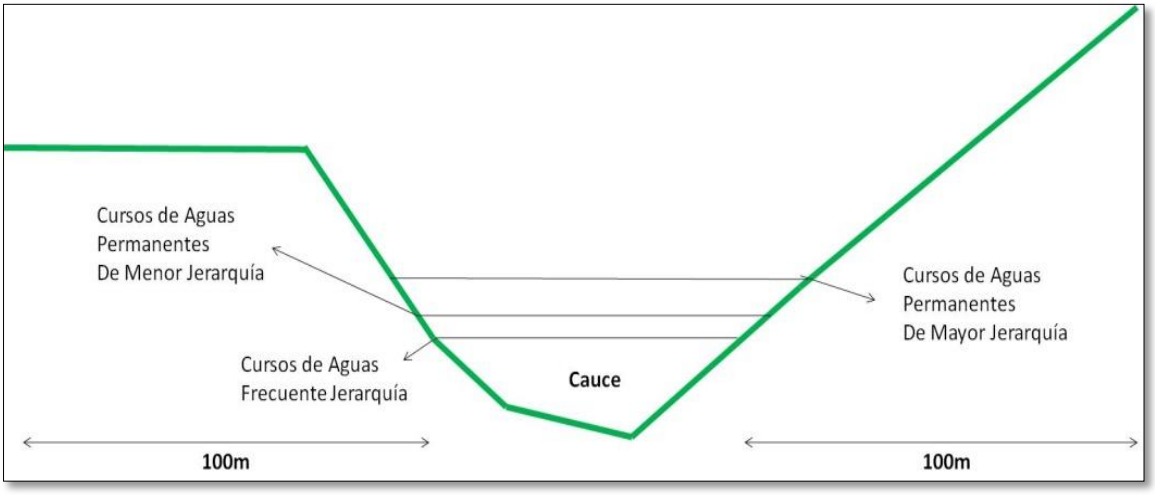
Fundamentado en el mismo Estudio y siempre que éste lo permita, la disminución de la franja de protección podrá alcanzar hasta un 60% de su ancho, siempre que la totalidad del ancho de la franja restante se arborice. En esa franja de arborización no se permitirá la infraestructura de vialidad y en las áreas urbanas afectadas por cursos naturales de agua, la franja de protección de cauces tendrá un ancho de 50 metros mínimo adyacente y paralelo medidos a cada costado del borde o de los bordes del cauce, según corresponda como muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. En esta franja se permitirá los siguientes usos de suelo: áreas verdes, equipamiento de esparcimiento, deporte, senderos para fines turísticos y ciclo vías. Así mismo, se permitirá destinar hasta un 30% de su ancho para vialidad.

Figura 1: Franja de protección de riberas, para cursos de aguas de mayor jerarquía



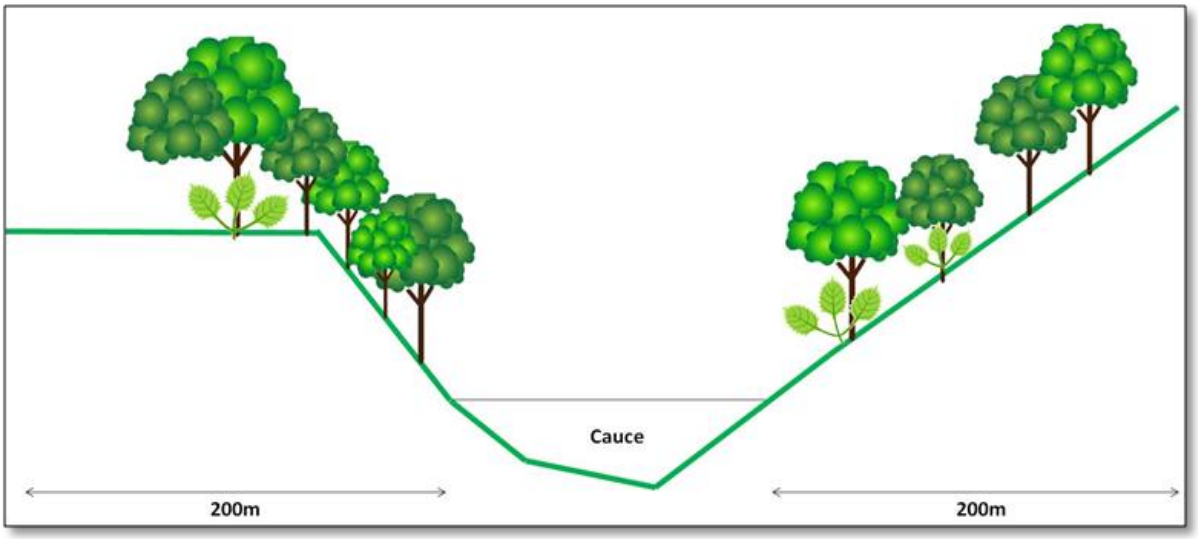
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2: Franja de Protección de Riberas, para cursos de aguas de menor jerarquía



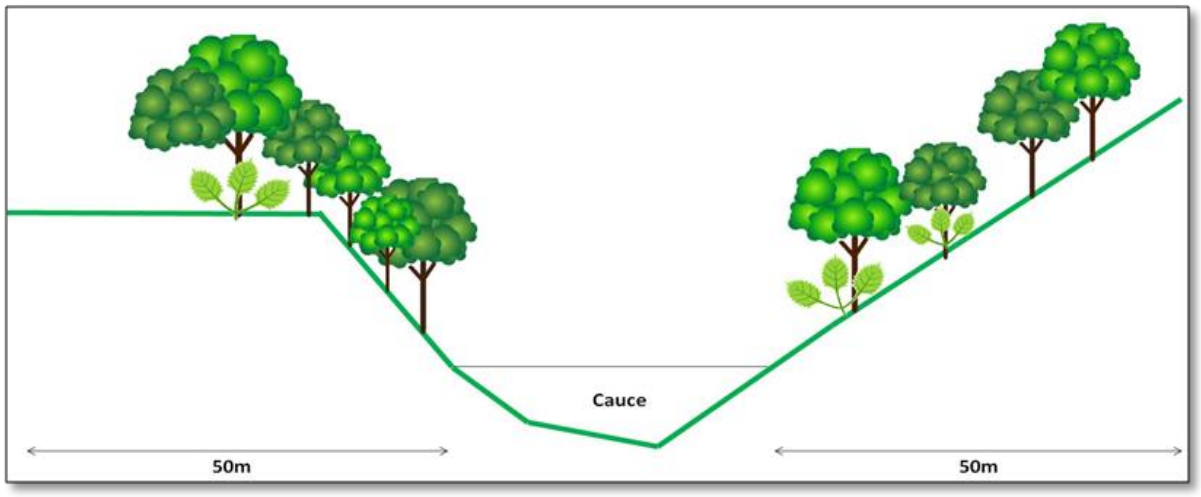
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3: Franja de Protección de Riberas con Vegetación Nativa



Fuente: Elaboración Propia

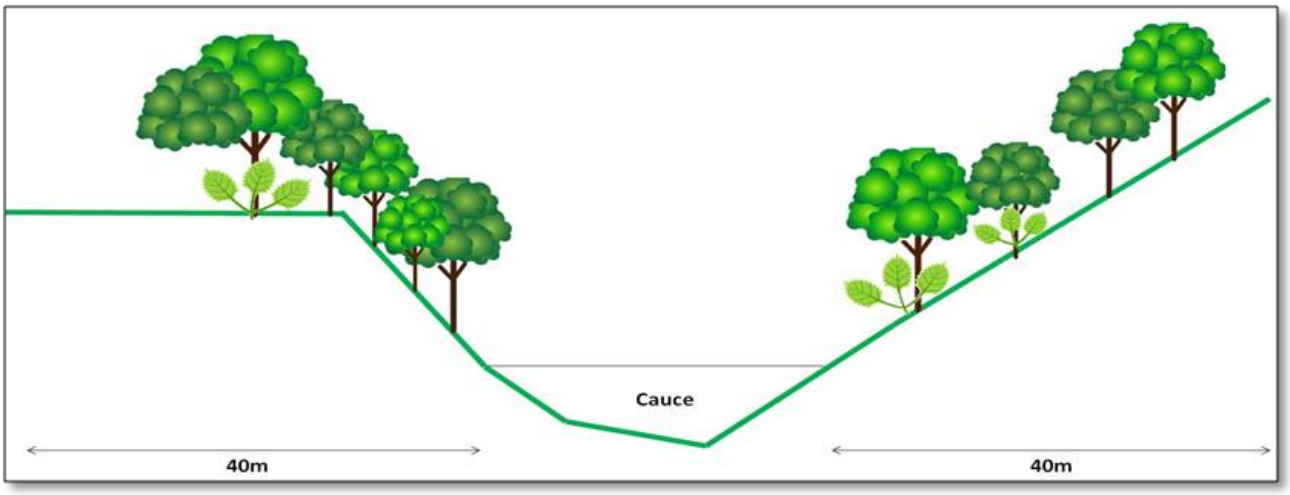
Figura 4: Franja de arborización sin infraestructura de vial



Fuente: Elaboración Propia

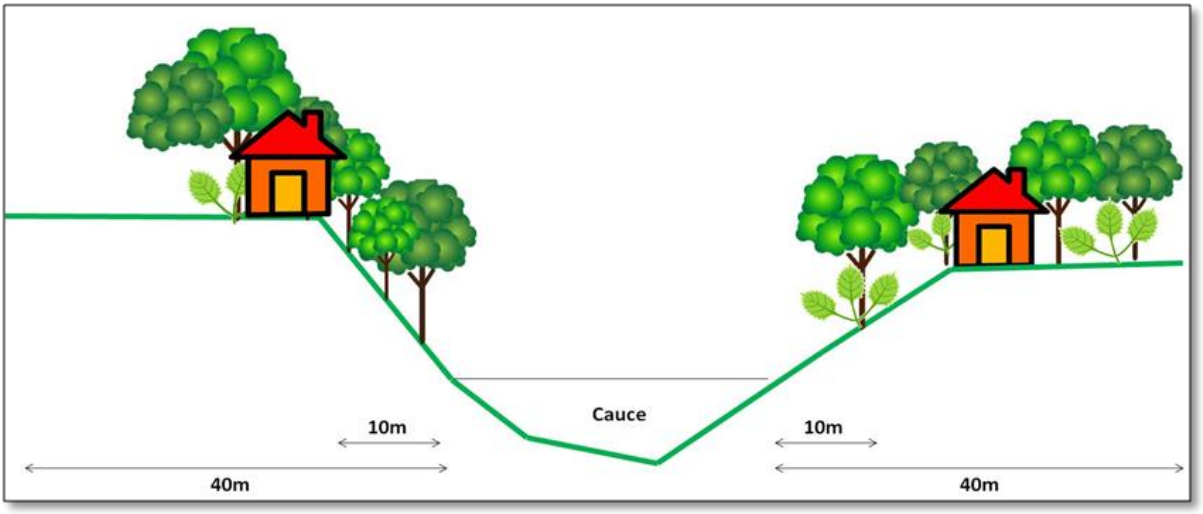
El PRMS define entre otras situaciones, áreas como Zona de Drenaje y restringe la construcción hacia ambos lados de cada ribera en 40 m como se muestra en la Figura 5 y también permite disminuir esta franja siempre y cuando el interesado en desarrollar un proyecto inmobiliario u otro, presente un Estudio Hidráulico que demuestre que el sector en análisis no esté afecto a inundaciones para una crecida centenaria, toda vez que la franja mínima a proponer por este Servicio es de 10 m como muestra la **Figura 6**, para al menos garantizar el paso de maquinarias para trabajos de mantención del cauce.

Figura 5: Zonas de Drenaje



Fuente: Elaboración Propia

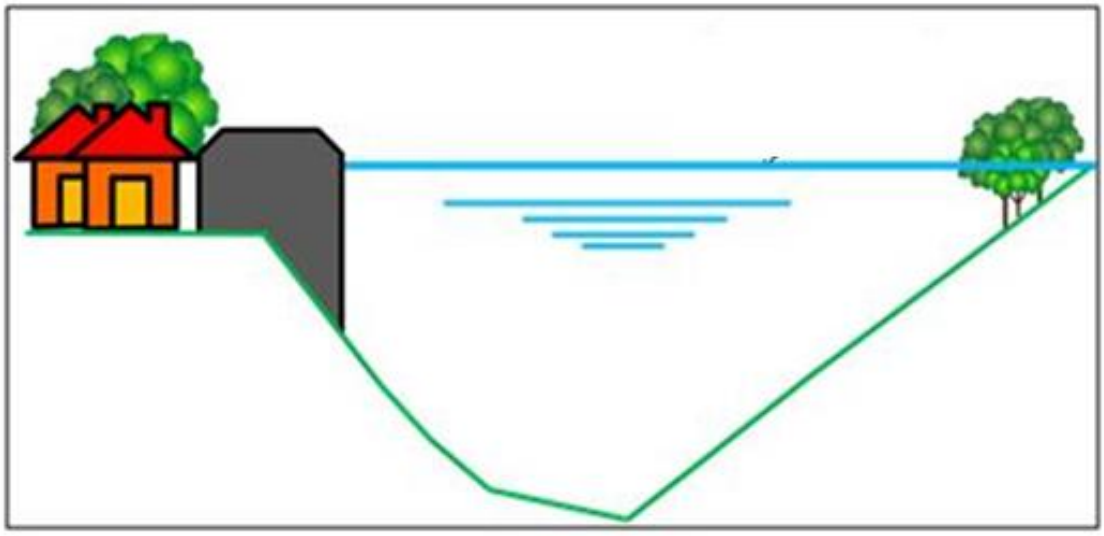
Figura 6: Franja Mínima a Propuesta.



Fuente: Elaboración Propia

Para los terrenos que se vean afectados por este riesgo, el PRMS indica que se podrán desarrollar estudios técnicos aprobados previamente por el Ministerio de Obras Públicas, en los cuales se precise la delimitación de áreas inundables y además las obras de ingeniería que deban construirse para proteger los terrenos contra posibles desbordamientos, por ejemplo defensas fluviales como se muestra en la **Figura 7** y las áreas no resulten afectadas por este riesgo de inundación, la dirección de obras municipales podrá otorgar permisos correspondientes previa recepción de obras de ingeniería en el caso de ser requeridas.

Figura 7: Obras de Defensas Fluviales para controlar el desbordamiento de un cauce



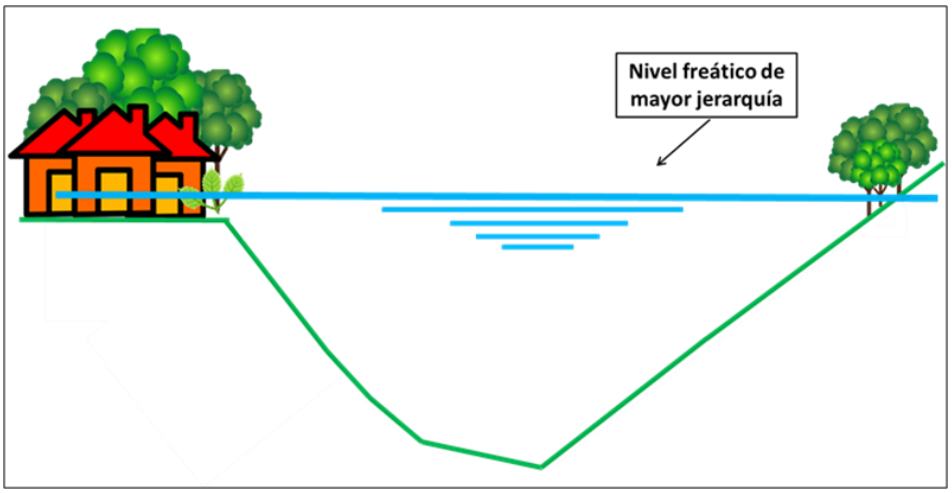
Fuente: Elaboración Propia

2.2.1.2 Ministerio de Bienes Nacionales (MBN)

Al otorgarse las concesiones y permisos mencionados, deberán adoptarse todas aquellas medidas para evitar prejuicios a los propietarios riberanos, o a las obras de defensa que construyan los particulares o el fisco para impedir que se produzcan erosiones o aluviones como las mostradas en la Figura 8, en los terrenos riberanos, motivadas por el cambio de curso de las aguas.

En la Figura 8, se da a conocer cómo afectaría un desborde del cauce en una zona en donde no se construyeron obras de ingenierías necesarias para prevenir una eventual crecida y donde esta inundación puede llegar fácilmente a las viviendas.

Figura 8: Desborde del Cauce al no contar con Obras de Ingeniería



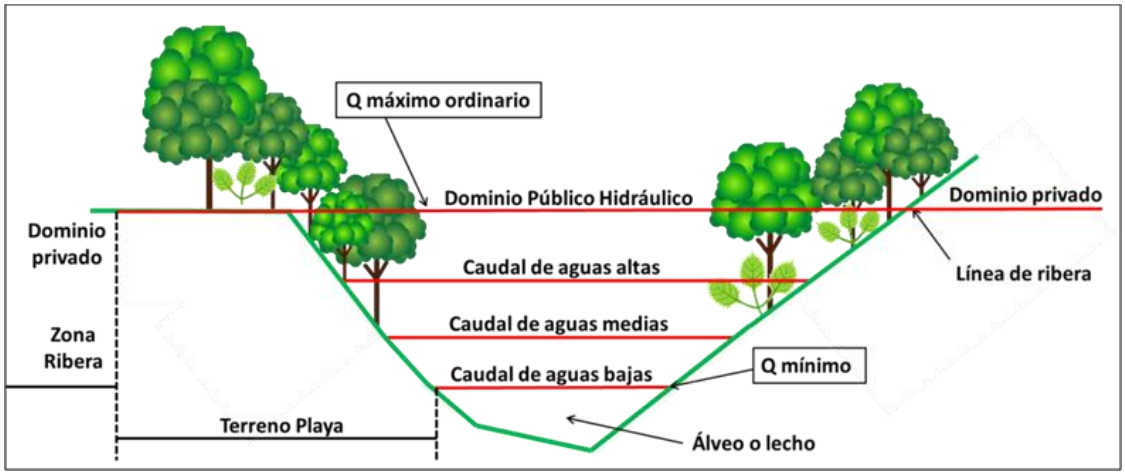
Fuente: Elaboración Propia

2.2.1.3 Código de Aguas

Un cauce natural de uso público tiene relación al espacio de suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en sus crecidas y bajas periódicas. Este tipo de suelo será de uso público, pero los propietarios cercanos a las riberas podrán aprovechar y cultivar este suelo, en épocas donde no esté ocupado por las aguas.

El límite lateral del cauce natural es la línea de ribera, y esta línea es la intersección entre la superficie del agua en su nivel máximo y la superficie de los terrenos aledaños al cauce. El cauce natural abarca los terrenos del lecho o álveo del río ocupado permanentemente por agua y los terrenos de playa**,** tiene su límite en la línea de ribera, es decir que se desarrolla (a cada lado) entre el eje del río y la línea de ribera.
Los terrenos ubicados entre el eje del río y la línea de ribera a cada lado son de dominio público y por tanto constituyen el cauce natural de uso público.

Figura 9: Definición de Cauce Natural, según Código de Aguas



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se puede indicar que no basta con tener un conjunto de leyes que establezcan normas sobre las ciudades o leyes que muchas veces responden a objetivos distintos, propios de necesidades específicas, en un tiempo y momento determinados, sino se llega un consenso de lo verdaderamente necesario para proporcionar seguridad a los asentamientos humanos, por este motivo al no existir un marco que establezca principios rectores y objetivos comunes, no es posible ordenar las múltiples variables que inciden en el desarrollo de las ciudades y centros poblados, en términos que permitan un salto cualitativo relevante.

2.3 Procedimientos y normativas de otros países

2.3.1 Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente España

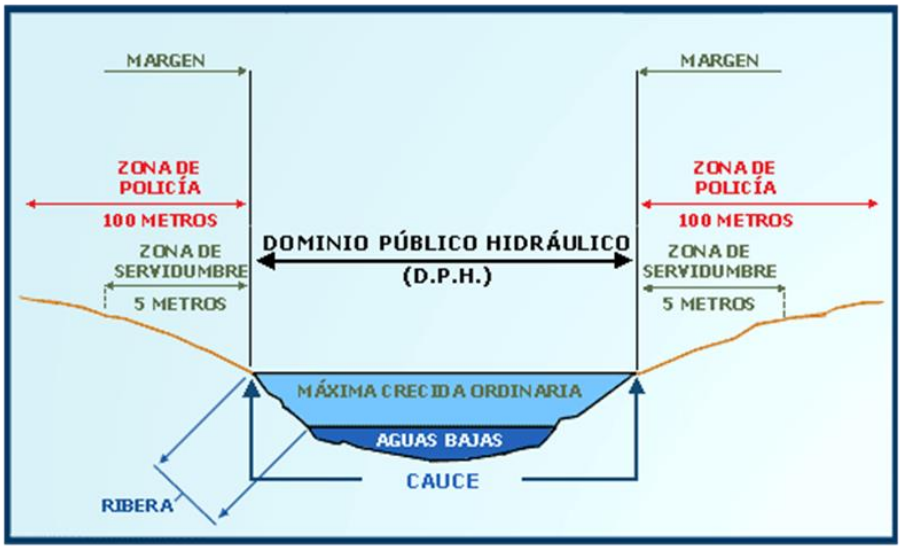
De acuerdo con la legislación de aguas, la zonificación del espacio fluvial mostrada en la Figura 10, está formada por las siguientes zonas:

- Álveo o cauce natural: es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias.
- Ribera: es cada una de las fajas laterales situadas dentro del cauce natural, por encima del nivel de aguas bajas.
- Margen: es el terreno que limita con el cauce y situado por encima del mismo.
- Zona de policía: es la constituida por una franja lateral de cien metros de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce, en las que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.
- Zona de servidumbre: es la franja situada lindante con el cauce, dentro de la zona de policía, con ancho de cinco metros, que se reserva para usos de vigilancia, pesca y salvamento.
- Lecho o fondo de los lagos y lagunas es el terreno que ocupan sus aguas, en las épocas en que alcanzan su mayor nivel ordinario. En los embalses superficiales es el terreno cubierto por las aguas cuando

éstas alcanzan su mayor nivel a consecuencia de las máximas crecidas ordinarias de los ríos que lo alimentan.

- Zonas inundables son las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas, cuyo período estadístico de retorno sea de quinientos años. En estas zonas no se prejuzga el carácter público o privado de los terrenos, y el Gobierno podrá establecer limitaciones en el uso, para garantizar la seguridad de personas y bienes.

Figura 10: Zonificación del espacio fluvial



Fuente: Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente España

La delimitación física de una zona respecto de las colindantes, se realiza mediante el procedimiento administrativo denominado deslinde, en el que se fijan con precisión los linderos de la misma.

El artículo 384 del Código Civil determina que: todo propietario tiene derecho a deslindar su propiedad, con citación de los dueños de los predios colindantes. La misma facultad corresponderá a los que tengan derechos reales.

La Ley de Patrimonio del Estado, se refiere al deslinde administrativo como potestad de tipo administrativo, que faculta a la propia Administración para acudir a este procedimiento al objeto de deslindar los inmuebles que considere sean de su dominio.

De conformidad con el artículo 95 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, corresponde a la Administración del Estado el apeo y deslinde de los cauces de dominio público hidráulico, que serán efectuados por los Organismos de cuenca.

El procedimiento de actuación administrativa aparece definido en los artículos 240 a 242 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Resulta necesario, en ciertos casos, definir con claridad los límites del dominio público hidráulico y sus zonas asociadas, con objeto no sólo de proteger dicho dominio, sino que también de poder evitar o disminuir riesgos potenciales en áreas contiguas de propiedad privada. La definición sobre planos de las líneas de agua para facilitar la determinación del dominio público hidráulico y de las zonas inundables que corresponden a avenidas con distintos períodos de retorno, es fundamental como paso previo a futuras actuaciones de Ordenación Territorial en conjunción con otros Entes como Comunidades Autónomas y Ayuntamientos.

2.3.2. Normativa Legal en Suiza

La Ley Federal y Ordenanza que contempla el Control de Inundaciones, ocupan un lugar central entre los quehaceres legales federales en materia de control de inundaciones.

El aspecto jurídico legal tiene su atención centrada principalmente en el uso de suelo, la cual reconoce los riesgos naturales existentes y mantiene o crea áreas de posibles riesgos, según corresponda. Igualmente la ley general crea requerimientos sobre las medidas de protección estructural cuando es

imperioso, interesándose en la ecología situada en los cauces. En todos los casos hay un mínimo de espacio que debe reservarse, por lo tanto, mantener o crear llanuras de inundación pertenece también a la planificación de medidas.

De igual forma, existen otras normas federales en Suiza que tienen relación con la inundación de los cauces, las que se mencionaran a continuación:

Ley Federal de Ordenamiento Territorial (RPG): la planificación del control de inundaciones es un paso en el establecimiento de una estructura cantonal y plan de uso de la tierra. El cual tiene que ser coordinado con los requisitos de espacio de otros sectores por los intereses de pesaje. En particular, los planificadores deben tener en cuenta corriente del cauce, los requerimientos de espacio necesarios para el control de inundaciones y para garantizar su funcionamiento ecológico. Las medidas estructurales para el control de inundaciones requieren de un permiso de construcción.

Ley Federal de la Calidad del Agua (GSchG): los proyectos de ingeniería hidráulica no deben contaminar el agua. Las medidas Hidráulicas de control de inundaciones se encuentran bajo un marco legal, el cual protege el control de calidad del agua, en particular el agua en peligro de extinción. La ley básicamente prohíbe cubrir los ríos o arroyos de estructuras invasivas como las alcantarillas. Para la extracción de arena, grava y otros materiales se requiere un permiso de la ley federal, que no se puede conceder si el régimen de sedimentos en los ríos o arroyos está afectado. Tanto la ley de calidad del agua, como la ley de la ingeniería hidráulica requieren el mantenimiento o la restauración de los recursos naturales de los cauces.

- Ley Federal de Pesca (BGF): las intervenciones en los ríos o cauces, así como en el banco y áreas de cama asumen un permiso de pesca legal, siempre y cuando no se requiera un permiso con relación a la ley de calidad del agua.

- Ley Federal de Protección de la Naturaleza y Paisaje (NHG): se deben mantener las medidas de control de inundaciones. En las zonas de protección, de acuerdo a la NHG, las intervenciones inevitables requieren una medida de compensación o restauración. La compensación ecológica, también es prevista en las zonas de uso intensivo, por ejemplo, por la restauración de la vegetación de ribera y mediante la identificación de zonas de protección ecológica para proteger la fauna.

- Ley Federal de los Bosques (WAG): está prohibido la deforestación, las excepciones se conceden bajo condiciones estrictas, como la instalación de obras limitadas en las localidades, las cuales deben ser justificadas y además deben compensar a la localidad proporcionalmente. El permiso de tala, no obvia la necesidad de una renuncia al permiso de construcción con respecto a la planificación del uso del suelo. Formación de arroyos por métodos de ingeniería forestales que sirve para mantener los bosques, es también gobernado por la ley forestal. Los detalles se derivan de la ley de ingeniería hidráulica, donde si surge situación, la responsabilidad debe ser coordinada entre la gestión forestal e ingeniería hidráulica. Basado en el WAG, el gobierno federal otorga subsidios en caso de cualquier otra medida de protección que complementan la ingeniería hidráulica, como avalanchas, desprendimientos de rocas, zonas de erosión, deslizamientos de tierra, no relacionados con la actividad del río.

- Ley Federal de Medio Ambiente (USG): donde se manifiesta en el estudio de impacto ambiental que debe ser llevado a cabo en el caso de importantes medidas de la ingeniería hidráulica. Los Reglamentos USG también deben observarse para el control de ruido, la contaminación del suelo y la planificación de residuos.

- Ley Federal de Caza y Protección de los mamíferos y las aves de Vida en el salvaje (JSG): el gobierno federal declara reservas de agua y pájaros migratorios de importancia, tanto nacionales como internacionales. La opinión de la Oficina Federal de Medio Ambiente, Forestal y del paisaje deben obtenerse en el caso de que los planes de ingeniería hidráulica interfieran en esta área.

- Ley Federal de Caminos y Senderismo (FWG): esta ley está preocupada de la planificación de senderos y redes de caminos. Donde se deben coordinar con sus otras actividades de impacto, incluida la ingeniería hidráulica.

- Ley Federal del Uso de la Energía Hidroeléctrica (WRG): requiere coordinación con las medidas de la ingeniería hidráulica y la concesión de sus derechos y viceversa. En particular, se concede el derecho a una indemnización a la concesionaria hidroeléctrica si las intervenciones en el curso del río afectan su anterior uso de forma permanente.

- Ley Federal de Agricultura (GTL): el gobierno federal puede apoyar a los subsidios de baja intensidad de uso de las tierras agrícolas. Por otro parte, las zonas de inundación, restauración de arroyos, incluida la adquisición de tierras, también puede ser apoyado en conexión con la ingeniería rural. Básicamente, hidráulica y proyectos de ingeniería rural deben ser coordinada.

- Ley Federal de Ayuda Financiera y Compensación (SUG): esto rige la garantía de compensación del gobierno federal y ayuda financiera. De acuerdo con que, entre otras características, la posible participación de los beneficiarios y los responsables debería ser considerado. Antes de recibir la garantía de la contribución, las concedidas subvenciones sólo podrán comenzar la construcción o hacer grandes adquisiciones de la subvención autoridad da su aprobación.

- Ley Federal de Uso de especial del impuesto al petróleo (ITS): el gobierno federal utiliza una porción de los ingresos fiscales por el impuesto en el petróleo, el cual se destina para las estructuras a lo largo de las carreteras que contralan los riesgos naturales y las medidas de control de inundaciones.

El Control de inundaciones no puede ser planeado separadamente de otras demandas para el espacio, la coordinación y concertación con otros planes espaciales de impacto, por ejemplo, de los sectores de diseño de la carretera, la silvicultura la gestión, la agricultura, la calidad del agua control, uso del agua, y la restauración de los ríos, y otras intenciones para el uso del suelo son convincentes en cualquier caso, y los fundamentos relacionados debería ser considerado. Por lo tanto, cualquier proyecto de control de inundaciones deberá determinar desde el principio si otras disciplinas se ven afectadas, puesto que sólo de esta manera será posible que se reconozcan a tiempo los conflictos y consideraciones adecuadas para la planificación.

Básicamente, todas las medidas para el control de inundaciones tienen que cumplir con condiciones, por un lado deben ser lo más discreto y costar tan poco como sea posible y por otra parte, una proporción razonable debe existir entre la meta deseada y la intrusión en bienes jurídicos protegidos. Por lo tanto, cualquier control de inundaciones medida debe examinarse desde el punto de vista de su proporcionalidad como Costos, Reclamos Ecológicos, interés privado

2.4 Conclusión preliminar del Capítulo

En relación a lo estudiado en este capítulo sobre las distintas normativas existentes en Chile, es muy importante destacar que las instituciones permiten hacer uso de lo que indica el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) y en vez de registrar las zonas de peligro en los planes reguladores como zonas de inundación, estos permiten a los interesados, ya sean personas naturales o jurídicas, la posibilidad de cambiar la categorización de los usos del suelo de las áreas de alto riesgo de inundación para los asentamientos humanos a zonas edificables.

Debido a estas disposiciones los inmobiliarios, empresarios, propietarios e inversionistas ignoran u olvidan la posibilidad de un desastre natural, se realizan estudios para los fines necesarios asociados a crecidas de 100 años de período de retorno. En varias ocasiones el resultado de estos estudios entrega niveles menores a la ribera de los cauces, en estos casos la decisión tomada será estableciendo franjas en las riberas para el tránsito de maquinarias, ya sea para la limpieza y/o mantención. Sin embargo, los interesados exigen un ancho mínimo para que sólo transite un vehículo y además en los sectores inundables proponen obras de mitigación diseñadas para 100 años de periodo de retorno, la que deberán proteger localmente el terreno, pero olvidan que estas obras de mitigación para el control de inundaciones aumentan los daños en los sectores colindantes, puesto que el cauce pierde su condición natural y aumenta el riesgo frente a nuevos desastres naturales que pudiesen ocurrir en este sector.

Del punto de vista administrativo, estos estudios han sido descentralizados y llevados a distintas Direcciones Regionales de la DOH, en los que ellos indican las franjas que deben existir desde el borde de los cauces, las que se definen en base a los niveles de inundaciones en cada zona. Debido a que hoy en día no existe un valor establecido para estas franjas, ellas varían en los 5 – 15metros, pero recientemente en los últimos 2 años las franjas de restricción de 15 metros se han utilizado en el contexto de prevención de quebradas; conservación para la preservación del espacio físico adecuado para que los

organismos competentes puedan intervenir en el cauce y sus riberas; supervisión, vigilancia y control del cauce ante las posibles intervenciones; etc.

En definitiva, en estos momentos se debería establecer una definición clara sobre que es un cauce, donde se debe incorporar como un elemento natural, en el cual coexisten distintos hábitats, donde existen corrientes de aguas que fluyen o no temporalmente y también se deben presentar alturas de aguas mínimas y máximas, frecuentes o eventuales que inunden planicies y riberas, generando en ellos un ambiente de diversidad de especies nativas, puesto que en la actualidad este sistema ha ido desapareciendo por los cambios y usos de suelos que se han realizado.
Para lograr una correcta definición de cauce, no sólo se debe tener en cuenta los niveles del agua en sus crecidas, sino también es necesario tener en cuenta si existen elementos que afecten o hayan afectado la variedad de la biodiversidad; el espacio necesario que un cauce debe tener para cumplir las funciones ecológicas; la sección transversal que el cauce necesita para poder conducir las aguas en las crecidas eventuales; etc.

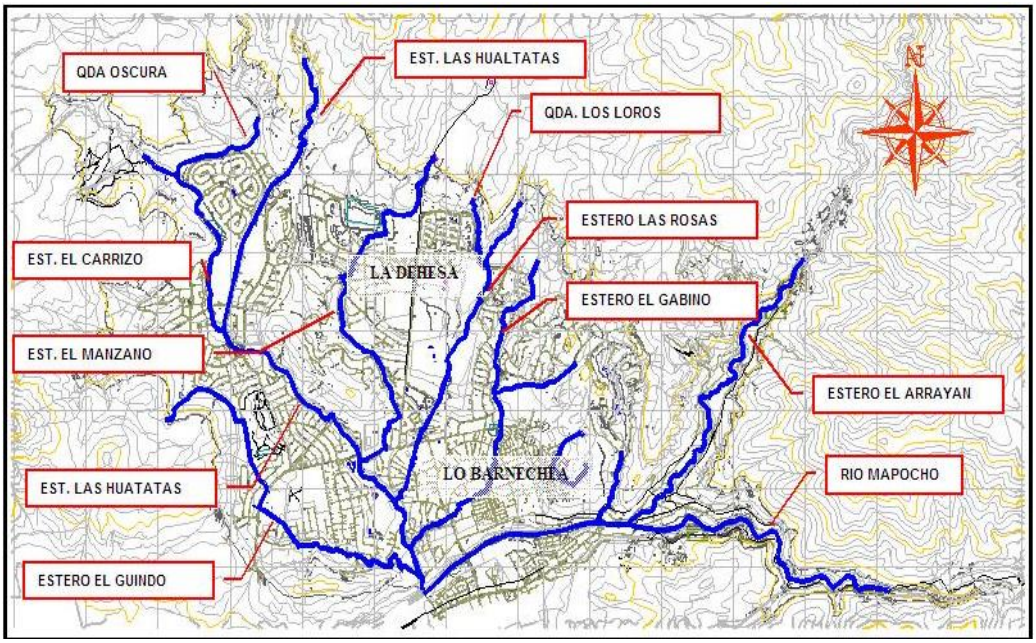
Con todas estas fundamentaciones la manera exacta de actuar frente al control de inundaciones, es evaluar el peligro de la inundación determinado por el déficit de protección y la necesidad de obras o medidas en la planificación del uso de suelo y los niveles de estas mitigaciones dependerán del tipo de riesgo que puedan poner en peligro a una localidad.

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LA CUENCALAS HUALTATAS.

En este capítulo se realizará una caracterización y un análisis hidrológico e hidráulico de la cuenca del Estero Las Hualtatas de la comuna de Lo Barnechea que corresponde a uno de los esteros de la cuenca del río Mapocho en la zona oriente de Santiago, el que tiene como cauces principales aportante al estero El Arrayan y al estero Las Hualtatas y como afluentes menores a los esteros El Gabino, Las Rosas, El Guindo y El Carrizo como se muestra en la Figura 11.

Para la hidrología se determinarán los caudales asociados a distintos períodos de retorno, mediante los Métodos Racional, Verni y King Modificado y DGA-AC, los que posteriormente se ingresarán al modelo hidráulico HEC-RAS, para observar las diferencias que causa el aumento o disminución de los caudales, sus alturas de aguas y velocidades.

Figura 11: Plano de Ubicación del Área de Estudio



Fuente:(EIC, 2004)

3.1 Descripción Área de Estudio

El área de estudio está basada en la cuenca del Mapocho Oriente, la que involucra a las comunas de Las Condes y Lo Barnechea, en la Región Metropolitana, en donde se analizará particularmente el estero Las Hualtatas, el cual es afluente del río Mapocho.

El área de la cuenca del Mapocho Oriente ha sido afectada a riesgos de inundaciones sobre la población, que han aumentado sostenidamente en los últimos veinte años, período durante el cual la comuna de Lo Barnechea se ha caracterizado por su crecimiento explosivo, tanto en superficie como en población, en su evolución de comuna rural a urbana. Este proceso de desarrollo y expansión de la comuna ha generado la intervención de los cauces naturales y, en consecuencia, la alteración de los mismos, ya sea en la disposición de su trama natural, en las variaciones extremas de sus caudales y respecto de las zonas de erosión y sedimentación.

Así, en la medida que continúa el desarrollo urbano y el emplazamiento de importantes proyectos inmobiliarios en la cuenca, aumenta la vulnerabilidad de la población residente y los riesgos para las inversiones en infraestructura y equipamiento.

3.1.1 Estero Las Hualtatas

Estero Las Hualtatas se ubica al oriente de la ciudad de Santiago, en la comuna de Lo Barnechea, el cual es uno de los principales afluente del río Mapocho, que alcanza una longitud aproximada de 14 km desde el puente Raúl Labbé hacia aguas arriba, hasta el límite con las quebradas Los Queltehues y Las Hundidas, este estero cuenta con defensas relativamente adecuadas aguas arriba de Avenida El Rodeo.

El nivel de intervención originado por las actividades humanas en el estero Las Hualtatas, ha ocasionado la aparición de un número importante de problemas a lo largo de su curso. Dentro de éstos, se deben destacar los provocados por la erosión en su tramo medio (sector Los Trapenses) y en su tramo bajo (sector camino La Villa).

Los problemas se encuentran entre esta avenida y la desembocadura en el Río Mapocho, donde hay sectores sin defensas o no sé a respetado la sección original del cauce. Además hay serios problemas de acceso al Bien Nacional de Uso Público, producto del particular desarrollo urbano-ecológico que tiene parte de este sector.

También se debe mencionar que aguas arriba del sector Los Trapenses, existen varias planicies inundables, en terrenos aún no urbanizados. En estos casos se recomienda respetar las restricciones impuestas y respaldar los posibles proyectos con estudios hidráulico-fluviales.

Figura 12: Plano de Ubicación Estero Las Hualtatas

Fuente: Google Maps

3.1.2 Reconocimiento del Estero

El estero Las Hualtatas aproximadamente en el kilómetro 7 y 5, el estero fue rectificado, mediante cursos rectos canalizados por medio de defensas fluviales como gaviones, en este tramo se pueden observar que las barreras que contienen a este curso de agua está degradada, lo que principalmente puede ser provocada por las socavaciones, lo que puede ser originado por el aumento en la pendiente.

En el tramo del cerro medio, el estero no presenta defensas fluviales, las que podrían significar problemas en el caso de una crecida importante.

En la desembocadura del estero El Gabino existe un Sauce que obstruye la descarga.

El tramo final del cauce, entre el Mampato y la desembocadura en el río Mapocho genera habitualmente problemas de inundación.

A continuación, se detallan imágenes del estero Las Hualtatas en tres puntos de interés, el primero de ellos está ubicado al término de las quebradas Hundidas y Los Queltehues mostrado en la Figura 13 y Figura 14, en los cuales no hay una urbanización de la cuenca y es donde se da inicio al estero Las Hualtatas; el segundo se encuentra en la intersección de la Avenida José Alcalde Délano con Camino de Fragua mostrada en la Figura 15 y Figura 16, en este tramo la cuenca sí ha sido urbanizada y en sectores el estero no cuenta con franjas necesarias para prevenir una posible inundación, el cual se involucraría daños a propiedades privadas y a residentes. El tercer punto, está ubicado en la desembocadura con el río Mapocho Figura 17 y Figura 18, en el sector de Mampato, este sector además de ser urbanizado, ya ha sufrido inundaciones.

Figura 13: Inicio del estero Las Hualtatas

Fuente: Google maps

Figura 14: Inicio estero Las Hualtatas, Noviembre 2015

Fuente: elaboración propia

Figura 15: Intersección José Alcalde Délano con Camino La Fragua agua arriba, noviembre 2015

Fuente: Elaboración Propia

Figura 16: Intersección José Alcalde Délano con Camino La Fragua agua abajo, noviembre 201

Fuente: Elaboración Propia

Figura 17: Desembocadura río Mapocho aguas arriba, noviembre 2015

Fuente: Elaboración Propia

Figura 18: Desembocadura rio Mapocho aguas arriba, noviembre 2015

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se hace la comparación por medio de imágenes satelitales de google earth para el trayecto del estero Las Hualtatas, para visualizar como la cuenca del estero las Hualtatas se ha urbanizado, las imágenes son desde el año 2003 a la fecha.

Fuente: Google Earth, año 2015

Fuente: Google Earth, año 2003 Fuente: Google Earth,

Fuente: Google Earth, año 2003 Fuente: Google Earth,

Fuente: Google Earth, año 2003 Fuente: Google Earth,

Fuente: Google Earth, año 2003 Fuente: Google Earth,

3.1.3 Sectorización Estero Las Hualtatas

La sectorización indica la existencia de 5 tramos característicos. El diagnóstico de cada uno se presenta a continuación.

- Pre-cordillera (km 9.0 al 7.0): corresponde al momento donde el cauce aún se encuentra encauzado entre los cerro, en este tramo la cuenca se encuentra sin urbanizar y con bastante vegetación natural.
- Alto del Valle (km 7.0 al 4.9): en este tramo el cauce a sido rectificado mediante cursos rectos canalizados mediante defensas fluviales, la pendiente en este tramo es de aproximadamente de 3%, en este sector el estero para cerca de algunas viviendas a pesar de esto no interfiere en ellas porque hay distancia entre ellas.
- Cerro Medio (km 4.9 al 2.1): en el inicio de este tramo las Hualtatas recibe al estero Carrizo y a partir de las iglesia Las Pataguas el cauce se aleja del cerro dando espacio a la urbanización de algunos terrenos, en este existen defensas de gaviones.
- Zoológico (km 2.1 al 1.4): en este tramo aguas abajo del puente José Alcalde Délano, la vegetación natural se ha mantenido, este tramo pasa cercano a viviendas y en lugares no hay un distanciamiento adecuado al cauce, lo que en una inundación podría provocar grandes daños.
- Desembocadura (km 1.4 al 0.0): es el tramo final del estero las Hualtatas, este tramo recibe los aportes del estero Las Rosas y existe un tramo sin defensas expuesto a erosión. En las riberas del estero existen sitios urbanizados y otro sin urbanizar, se destacan entre ellos el parque de entretenciones Mampato.

3.1 Análisis Hidrológico

El análisis hidrológico se inicia con la recopilación de datos solicitados a la Dirección General de Aguas (DGA), la cual ha entregado información de precipitaciones máximas diarias de 5 estaciones pluviométricas en la cuenca del río Mapocho sector oriente, con las que posteriormente se estimará las precipitaciones de diseño de cada estación asociadas a distintos períodos de retorno.

3.1.1 Ubicación de las Estaciones Pluviométricas en la comuna de Lo Barnechea, Santiago

- **Rio San Francisco Antes Junta Estero Yerba Loca:** La estación cuenta con información fluviométrica disponible entre los años 2013 al 2015.

  Altitud: 1550
  Latitud: 33º 18’31’’
  Longitud: 70º 21’26’’

- **Rio Molina Antes Junta San Francisco:** La estación cuenta con información fluviométrica disponible entre los años 2009 al 2015.

  Altitud: 1158
  Latitud: 33º22’24’’
  Longitud: 70º23’46’’

- **Rio Mapocho en Los Almendros:** La estación cuenta con información fluviométrica disponible entre los años 1999 al 2015.

  Altitud: 966
  Latitud: 33º22’13’’
  Longitud: 70º27’03’’

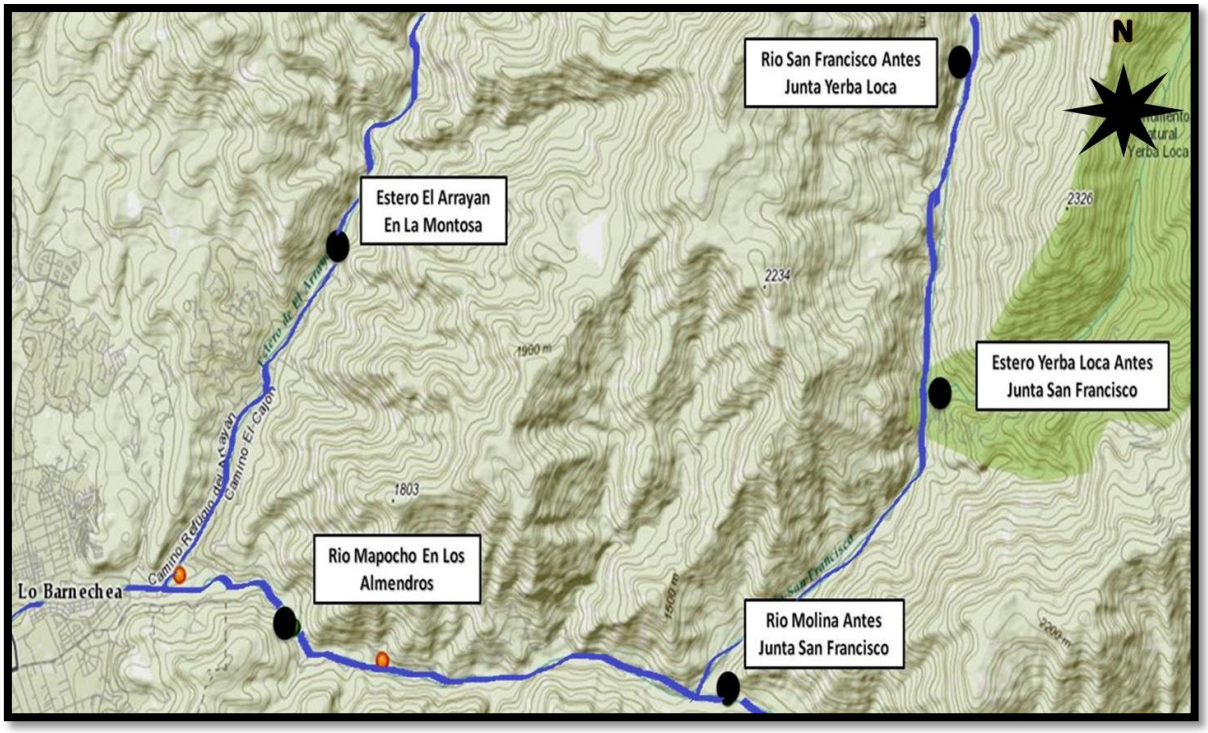
- **Estero Yerba Loca Antes Junta San Francisco:** La estación cuenta con información fluviométrica disponible entre los años 2009 al 2015.

  Altitud: 1350
  Latitud: 33º20’29’’
  Longitud: 70º21’49’’

- **Estero El Arrayan en La Montosa:** La estación cuenta con información fluviométrica disponible entre los años 2013 al 2015.

  Altitud: 880
  Latitud: 33º19’32’’
  Longitud: 70º27’22’’

Figura 19: Ubicación de las Estaciones Pluviométricas Dentro de la Comuna de Lo Barnechea



Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 Estaciones disponibles con información pluviométrica, en la Comuna de Lo Barnechea, Santiago

Se realizó una recopilación de información de las precipitaciones diarias máximas en 24 horas para las estaciones pluviométricas mencionadas.

3.1.2.1 Rio San Francisco Antes Junta Estero Yerba Loca

Tabla 1: Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas

AÑO	PP(mm)
2013	59.20
2014	36.80
2015	53.00

Fuente: (Dirección General de Aguas)

3.1.2.2 Rio Molina Antes Junta San Francisco

Tabla 2: Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas

AÑO	PP(mm)
2009	0.80
2010	47.50
2011	16.20
2012	37.90
2013	56.90
2014	29.40
2015	23.10

Fuente: (Dirección General de Aguas)

3.1.2.3 Río Mapocho en Los Almendros

Tabla 3: Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas

AÑO	PP (mm)
1999	41.50
2000	67.80
2001	41.70
2002	98.80
2003	49.10
2004	78.10
2005	85.60
2006	47.20
2007	41.70
2008	68.50
2009	49.75
2010	62.00
2011	25.80
2012	36.90
2013	34.40
2014	31.00
2015	14.00

Fuente: (Dirección General de Aguas)

3.1.2.4 Estero Yerba Loca Antes Junta San Francisco

Tabla 4: Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas

AÑO	PP (mm)
2009	51.60
2010	43.00
2011	27.40
2012	36.40
2013	32.50
2014	24.70
2015	25.90

Fuente: (Dirección General de Aguas)

3.1.2.5 Estero El Arrayan en La Montosa

Tabla 5: Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas

AÑO	PP (mm)
2013	78.20
2014	27.00
2015	20.50

Fuente: (Dirección General de Aguas)

3.1.3 Análisis de Frecuencia

Para estimar las precipitaciones máximas en 24 horas asociados a distintos períodos de retorno, se estimarán a través de análisis probabilísticos con distintas distribuciones: Distribución Normal, Distribución Log Normal y Distribución de Gumbel y se realizará una Prueba de Ajuste de Bondad Chi Cuadrado como se muestra en la Tabla 6. De las 5 estaciones disponibles, solo se evaluarán, Río Molina Antes de Junta San Francisc0, Estero Yerba Loca Antes Junta San Francisco y Río Mapocho en los Almendros, debido a que las dos restantes solo presentan 3 registros en sus precipitaciones.

Tabla 6: Indica precipitación en 24 horas por medio de tres distribuciones de probabilidad

	Estación Rio Mapocho en Los Almendros			**Estación Estero Yerba Loca antes junta San Fco.**			**Estación Rio Molina antes junta San Fco.**		
P. Retorno	Normal	Log Normal	Gumbel	Normal	Log Normal	Gumbel	Normal	Log Normal	Gumbel
2	51.4	46.5	47.5	34.5	62.69	63.13	66.1	62.69	63.1
5	70.3	69.8	72.8	42.9	84.49	91.47	85.2	84.49	91.5
10	80.2	86.4	89.5	47.2	98.76	110.24	95.1	98.76	110.2
20	88.4	102.9	105.6	50.8	112.33	128.23	103.4	112.33	128.2
25	90.8	108.3	110.7	51.9	116.63	133.94	105.8	116.63	133.9
50	97.6	125.4	126.4	54.9	129.86	151.53	112.7	129.86	151.5
100	103.7	143.0	142.0	57.6	143.04	168.99	118.8	143.04	169.0
150	107.0	153.6	151.1	59.1	150.77	179.17	122.2	150.77	179.2
200	109.3	161.3	157.5	60.1	156.27	186.38	124.5	156.27	186.4
300	112.4	172.3	166.6	61.5	164.07	196.54	127.6	164.07	196.5
Chi Calculado	14.4	14.3	14.1	-21920.51	14.56	13.66	-2.6	14.6	13.7
Chi Tabulado	23.7	23.7	23.7	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49	9.49
	Se Ajusta	Se Ajusta	Se Ajusta	No Se Ajusta	No Se Ajusta	No Se Ajusta	Se Ajusta	Se Ajusta	Se Ajusta

Luego del análisis de frecuencia para las distintas estaciones disponibles, se tomará en cuenta la prueba de bondad de ajuste, la ubicación de la estación dentro de la cuenca del estero Las Hualtatas y la cantidad de registros a la fecha, por lo tanto la estación que cumple con lo mencionado anteriormente es Río Mapocho en los Almendros.

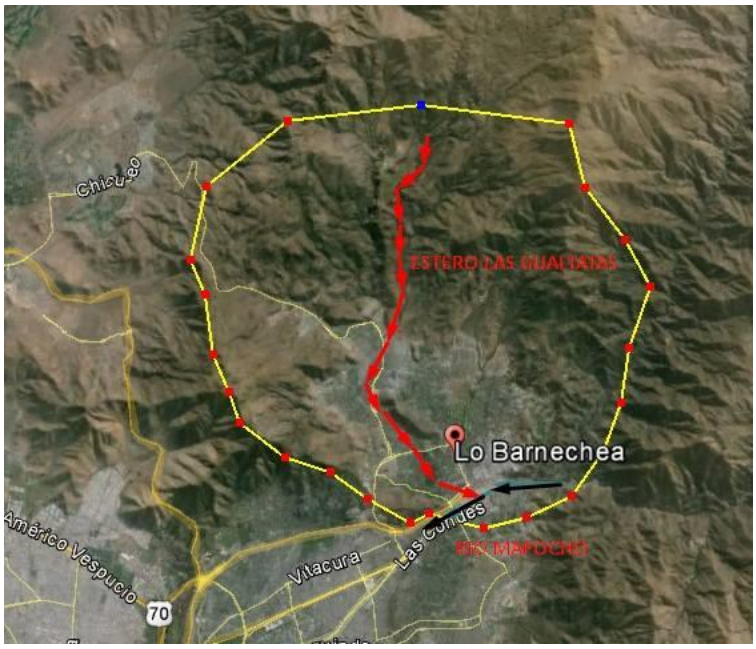
3.1.4 Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, vale decir que sus aguas drenan al mar a través de un solo río, además es delimitada por la línea divisoria de agua.
Una cuenca se divide en hidrográfica e hidrológica, las cuales se diferencian en que la primera de ellas se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la otra incluye también las aguas subterráneas.

En una cuenca se distinguen los siguientes elementos:

- Divisoria de aguas: Esta línea marca el límite entre una cuenca hidrográfica y las cuencas vecinas.
- Río principal: Es definido como el curso con mayor caudal de agua o bien el de mayor longitud o mayor área de drenaje.

Figura 20: Cuenca Hidrográfica Las Hualtatas



Fuente: Elaboración Propia

3.1.5 Parámetros morfométricos de las cuencas

Los parámetros morfométricos de una cuenca son claves para generar un buen estudio, considerando importante disponer de una cartografía de la zona a analizar y así permitir una definición de la cuenca.
Los parámetros del estero Las Hualtatas son los siguientes:

- Área pluvial total 140.16 km^2
- Longitud del cauce principal 13.61 km
- Cota mayor de la cuenca, Hmáx. 989.52 msnm
- Cota en sección de salida, Hsal789.10 msnm
- Altura media de la cuenca 884.81 m
- Pendiente promedio 0.045
- Desnivel del cauce principal 191.42 m

3.1.6 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración de una cuenca o sub-cuenca, se define como el tiempo que demora una partícula de agua en recorrer la distancia entre el punto hidráulicamente más alejado de una cuenca hasta su sección de salida.

Existen diversas fórmulas para determinar el tiempo de concentración de una cuenca, aplicables a casos particulares, considerando características geomorfológicas propias de la cuenca, como la presencia de áreas urbanas, sectores rurales y áreas montañosa.

3.1 6.1 Métodos para estimar tiempo de concentración

- **Giandotti**

Esta fórmula es aplicable para cuencas en estado natural

$$\boldsymbol{tc = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 * L}{0.8\sqrt{H}}}$$

Dónde:

A= Superficie de la cuenca [km^2]

L=Longitud del cauce principal en [km].

H= Altura media de la cuenca sobre el punto estudiado en [m].

Tc= Tiempo de Concentración expresado en [hrs].

- **Kirpich**

Esta fórmula es aplicable a cuencas con canales definidos y pendientes empinadas

$$tc = 0.0195 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Dónde:

L= Distancia desde el punto de descarga de la cuenca al punto hidráulicamente más alejada expresada en [km]

S= Pendiente promedio de la cuenca

Tc= Tiempo de Concentración expresado en [Hrs]

- **California Highways and Public Works**

Esta fórmula es aplicable a pequeñas cuencas de montaña

$$\boldsymbol{tc = 0.95 * (\frac{L^3}{H})^{0.385}}$$

Dónde:

T_C= Tiempo de Concentración de la cuenca en [Hrs].

L= Longitud del cauce principal, expresado en [km].

H= Desnivel del cauce principal, expresado en [km].

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede observar el resultado del tiempo de concentración asociado al Estero Las Hualtatas.

Tabla 7: Tiempo de concentración

Método	Datos		Tc (hora)
Giandotti	S (km2)	140.16	2.62
	L (km)	13.61	
	H (m)	884.81	
Kirpich	S	0.045	1.63
	L(km)	13.61	
California Highways	L(km)	13.61	2.56
	H(km)	191.42	

Fuente: Elaboración Propia

Al estimar el tiempo de concentración de la cuenca del estero Las Hualtatas, por las fórmulas mencionadas anteriormente, se adopta como tiempo de concentración de la cuenca del estero Las Hualtatas el valor entregado por la ecuación de Kirpich con un tiempo de concentración de 1.63 horas, puesto que es el menor de los tiempos entregados por estas tres ecuaciones y es el más conservador de ellos.

3.1.7 Determinación de Caudales a través del Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas Sin Información Fluviométrica (Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas, 1995)

Para la estimación de caudales máximos se propone un enfoque a través de fórmulas empíricas que estiman el caudal instantáneo máximo, asociado a cierto período de retorno. Dentro de estas fórmulas están el Método Racional, fórmula de Verni -King Modificado y Método DGA-AC. Cabe destacar que para el uso de estas expresiones hay que tener presente las limitaciones siguientes:

- Períodos de retorno inferior a 100 años
- Superficies de cuencas inferiores a 10.000km^2

Entre los principales aspectos a considerar para el uso de estos métodos, pueden señalarse los siguientes:

- La Fórmula Racional, se plantean coeficientes de escorrentía asociados al período de retorno de 10 años, estableciéndose los coeficientes de frecuencia respectivos para estimar esta variable para otros valores del período de retorno.
- El Método DGA-AC, se establece para las relaciones destinadas a estimar el caudal medio diario máximo, asociado al período de retorno de 10 años y coeficiente de frecuencia para estimar caudales de otros períodos de retorno. Igualmente se derivan valores para el factor (α) que posibilitan calcular el caudal instantáneo máximo a partir del caudal medio diario máximo.
- La Fórmula de Verni y King Modificado, que constituye una versión generalizada de la fórmula original, se determina un coeficiente de corrección dependiente, también del período de retorno.

3.1.5.1 Método Racional

Descripción del método

La Fórmula Racional es un método ampliamente utilizado enla Hidrología. Se recomienda su uso sobre la base del empleo de coeficientes de escorrentía que mejor se ajustan a los resultados de los análisis de frecuencias efectuados en el estudio desarrollado para su elaboración, este método se establece para cuencas rurales y urbanas. La expresión que permite determinar el caudal instantáneo máximo de período de retorno T es:

$$Q = \frac{C * i * A}{3{,}6}$$

Dónde:

Q: Caudal instantáneo máximo de período de retorno T, expresado en m^3/s

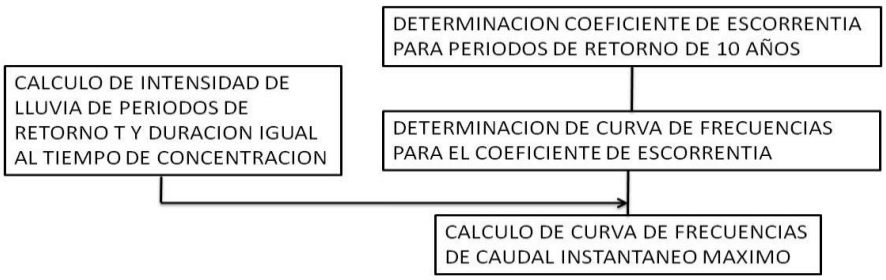
C: Coeficiente de escorrentía asociado al período de retorno

i: intensidad media de lluvia asociada al período de retorno T y a una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca pluvial, expresada en mm/hrs.

A: Área pluvial aportante expresada en km^2.

El procedimiento de cálculo consiste básicamente en determinar el coeficiente de escorrentía que es función del período de retorno, de la ubicación geográfica de la cuenca y de la intensidad de lluvia de diseño, la siguiente Figura 21 se ilustra el procedimiento.

Figura 21: esquema de cálculo formula racional



Fuente: (Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas, 1995)

Determinación del Coeficiente de Escorrentía de Período de Retorno 10 Años

EI coeficiente de escorrentía asociado a período de retorno de 10 años CT=10 para cuencas urbanizadas se recomienda utilizar los coeficientes de escorrentía usuales.

Según el Manual de Carreteras el coeficiente de escorrentía depende de las características del terreno, del uso del suelo, de porosidad, vegetación, compactación, pendiente y las condiciones de permeabilidad. El manual de

Carreteras Volumen 3 entrega tablas para poder determinar el coeficiente de escorrentía como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Coeficiente de Escorrentía

Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,20-0.35 Escarpado con pendientes mayores que 30%	0,20-0,28 Montañoso con pendientes entre 10 y 30%	0,14-0,20 Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	0,08-0,14 Relativamente plano con pendientes menores al 5%
Infiltración	0,12-0,16 Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	0,08-0,12 Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	0,06-0,08 Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	0,04-0,06 Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura Vegetal	0,12-0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	0,08-0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal	0,06-0,08 Regular a Buena; 50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	0,04-0,06 Buena a excelente; 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento Superficial	0,10-0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	0,08-0,10 Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas húmedas	0,06-0,08 Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	0,04-0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos.
Si T > 10 años Amplificar Resultado por: T = 25 ; C x 1,10 T = 50 ; C x 1,20 T = 100 ; C x 1,25				

Fuente:(Ministerio de Obras Públicas Dirección de Vialidad, 2015)

En el caso del estero las Hualtatas que es una cuenca parcialmente urbanizada y luego de la recopilación de antecedentes y visitas al lugar en donde se puede apreciar la cantidad de vegetación que existe, y tomando en consideración los valores encontrados en la tabla 3.702.503 A (encontrado en el anexo 2) del Manual de Carreteras se adopta un coeficiente de escorrentía de 0.45.

Determinación de la intensidad de lluvia

Curva de intensidad-duración-frecuencia

Para estimar la precipitación de diseño asociada a una duración menor de 24 horas para diferentes períodos de retorno, se recomienda utilizar los valores de coeficientes de duración generalizados propuestos por Varas y Sánchez (1983) que se consignan en la siguiente tabla para localidades chilenas entre la IV y X región.

Tabla 9: coeficientes de duración para localidades chilena.

Estación Fluviométrica	Región	Duración (horas)									
		1	2	4	6	8	10	12	14	18	24
Embalse La Paloma	IV	0.156	0.266	0.441	0.597	0.667	0.780	0.823	0.866	0.919	1.000
Santiago Qta. Normal	RM	**0.161**	**0.261**	0.425	0.556	0.645	0.712	0.774	0.847	0.944	1.000
Rapel	VI	0.147	0.233	0.337	0.465	0.558	0.640	0.709	0.787	0.907	1.000
San Fernando	VI	0.127	0.213	0.346	0.428	0.510	0.587	0.659	0.734	0.830	1.000
Colbun-Colorado	VII	0.123	0.194	0.294	0.407	0.521	0.590	0.680	0.728	0.826	1.000
Chillan	VIII	0.174	0.245	0.365	0.443	0.521	0.608	0.677	0.729	0.891	1.000
Concepción	VIII	0.197	0.307	0.385	0.479	0.569	0.642	0.708	0.778	0.891	1.000
Quilaco	VIII	0.164	0.264	0.390	0.472	0.553	0.621	0.670	0.737	0.877	1.000
Polcura	VIII	0.123	0.193	0.325	0.433	0.524	0.608	0.683	0.741	0.869	1.000
Temuco	IX	0.193	0.317	0.477	0.583	0.657	0.718	0.792	0.826	0.917	1.000
Pullinque	X	0.125	0.205	0.330	0.427	0.497	0.576	0.655	0.711	0.832	1.000
Ensenada	X	0.166	0.233	0.349	0.468	0.543	0.610	0.676	0.735	0.861	1.000
Promedio		0.155	0.244	0.372	0.481	0.564	0.641	0.708	0.768	0.880	1.000

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas, 1995)

La relación entre la precipitación de período de retorno T (años) y duración 24 horas con aquella del mismo período de retorno, pero de duración t (hrs) es:

$$P_t^T = CD_t * P_{24}^T$$

Dónde:

- *P^T_t: Precipitación de período de retorno T, asociada a una duración de t horas, en mm.*
- *CD_t: Coeficiente de duración para t horas.*

Para un tiempo de concentración de 1.63 horas el coeficiente de duración para la cuenca del estero Las Hualtatas es de 0.224

Si se quiere conocer la precipitación asociada a un período de retorno distinto de 10 años (entre 2 y 100 años) para una duración de 1 día, se recomienda utilizar los coeficientes de frecuencia (CFT), recomendados en el estudio "Precipitaciones Máximas en 1,2 y 3 días" de la dirección General de Aguas presentada en el Anexo A y su fórmula de cálculo es la siguiente:

$$P_{24}^T = CF_T * P_{24}^{10}$$

Dónde:

CFT: coeficiente de frecuencia para T años de período de retorno

P^{10}_{24}: lluvia diaria de t=10 años

Finalmente, se obtiene que dada la precipitación máxima diaria de 10 años de período de retorno, la precipitación de cualquier duración y periodo de retorno es;

$$P_t^T = 1.1 * CD_t * CF_T * P_{24}^{10}$$

Determinación del caudal instantáneo máximo de período de retorno T

Determinadas todas las variables de la expresión que permite determinar el caudal instantáneo máximo de período de retorno T, se estima el caudal instantáneo asociado al período de retorno de interés.

Tabla 10: Método Racional Estero Las Hualtatas

	T (años)	C(10) (adim)	P24 T=10 (mm)	CFT (adim)	P24t (mm)	tc (hr)	CD (adim)	I (mm/hr)	Q(m3/s)
Método Racional	2	0.45	89.52	0.55	49.23	1.63	0.22	6.77	45.04
	5	0.45	89.52	0.82	86.58	1.63	0.22	11.90	175.11
	10	0.45	89.52	1.00	110.69	1.63	0.22	15.21	266.50
	20	0.45	89.52	1.18	149.15	1.63	0.22	20.50	412.95
	25	0.45	89.52	1.22	173.22	1.63	0.22	23.80	508.81
	50	0.45	89.52	1.43	216.04	1.63	0.22	29.69	717.80
	100	0.45	89.52	1.63	256.75	1.63	0.22	35.28	982.90
	200	0.45	89.52	1.83	304.86	1.63	0.22	41.89	1475.34

3.1.5.2 Método Verni y King Modificado

Descripción del método

Este método está basado en la fórmula de Verni y King, que relaciona el caudal instantáneo máximo de una crecida con la precipitación diaria máxima y el área pluvial a través de una relación de potencias. A la fórmula original, establecida para períodos de retornos mayores que 30 años, se le ha agregado un coeficiente empírico variable con el período de retorno, que producto de un proceso de ajuste y calibración a los resultados de los análisis de frecuencia realizados a un total de 130 estaciones limnigráficas ubicadas entre las regiones II y IX del país.

La fórmula de Verni y King Modificada tiene la siguiente forma:

$$Q = C(T) * 0{,}00618 * P_{24}^{1,24} * A_p^{0,88}$$

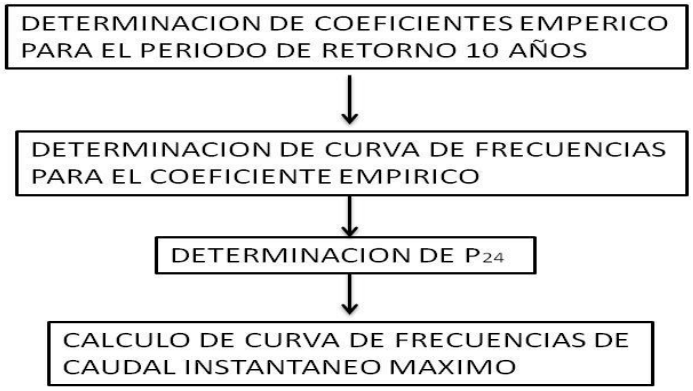
Dónde:

- *Q: Caudal instantáneo máximo asociado al período de retorno T años, expresado en m3/s*
- *C (T): Coeficiente empírico de período de retorno T años*
- *P_{24}: precipitación máxima asociada al período de retorno de T años, expresado en mm*
- *Ap: Área pluvial de la cuenca, expresada en Km^2*

El método presentado tiene validez para cuencas sin control fluviométrico, de régimen pluvial o nivopluvial, con áreas comprendidas entre 20 y 10.000km^2, y que estén ubicadas entre las regiones anteriormente mencionadas. Su uso se limita a estimaciones de caudales de períodos de retorno menores a 100 años.

El procedimiento de cálculo consiste en determinar el coeficiente empírico del ajuste y calibración antes mencionado, el cual resulta ser función del período de retorno. Luego se aplica la formula directamente expresado en la Figura 22.

Figura 22: esquema de cálculo del método de Verni King Modificado



Fuente: (Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas, 1995)

Determinación del Coeficiente Empírico de Período de Retorno 10 Años

El coeficiente empírico de periodo de retorno T años se obtiene a base del correspondiente coeficiente asociado a un período de retorno T=10 años C (T=10). Este último coeficiente es variable de acuerdo a la región en que se encuentra la cuenca analizada como muestra la

.

El coeficiente empírico de período de retorno 10 años para el estero las Hualtatas será el utilizado por la V región.

Tabla 11: Coeficiente empírico de período de retorno 10 años C(T=10 años)

Región	C(T=10)
III	0.027
IV- Cuenca Elqui	0.057
IV- Cuenca Limarí	0.180
IV- Cuenca Choapa	0.200
V	0.290
VI	0.680
VII	0.710
VIII	0.790
IX	0.890

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas, 1995)

Determinación de la Curva de Frecuencia de Coeficiente Empírico

El coeficiente empírico CT es función del período de retorno. Para su determinación se debe calcular primeramente el valor del factor de frecuencia CT/CT=1 0 y luego se debe multiplicar éste por el coeficiente asociado al período de retorno de 10 años obtenido de la Tabla 12.

El coeficiente de fórmulas empíricas para el estero las Hualtatas será el de la V región.

Tabla 12: Coeficientes de fórmulas empíricas

Periodo de Retorno T(años)	C(T)/C(T=10)								
	III región	IV Elqui	IV Limarí	IV Choapa	V región	VI región	VII región	VIII región	IX región
2	0.90	0.87	0.44	0.33	0.38	0.63	0.86	1.04	1.03
5	0.95	0.93	0.75	0.68	0.84	0.85	0.95	1.04	1.02
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91	1.00
20	1.10	1.06	1.26	1.38	1.15	1.15	1.00	0.99	0.98
25	1.14	1.10	1.36	1.54	1.22	1.20	1.00	1.00	0.98
50	1.23	1.15	1.62	2.00	1.38	1.33	1.00	1.01	0.97
100	1.32	1.20	1.91	2.56	1.59	1.55	1.04	1.02	0.93

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas, 1995)

Determinación del Caudal instantáneo Máximo de Período de Retorno T

Determinadas todas las variables que definen la ecuación se calcula el caudal asociado al período de retorno T que se desea.

$$Q = C(T) * 0.00618 * P_{24}^{1.24} * A_p^{0.88}$$

Tabla 13: Método Verni y King Modificado Estero Las Hualtatas

	T(años)	C(10) (adim)	C(T)/C(10) (adim)	C(T) (adim)	P24=10 (mm)	CFT (adim)	P24T (mm)	Q(m3/s)
Método Verni King Modificado	2	0.29	0.38	0.11	89.52	0.55	49.23	6.62
	5	0.29	0.84	0.24	89.52	0.82	73.40	24.00
	10	0.29	1.00	0.29	89.52	1.00	89.52	36.54
	20	0.29	1.15	0.33	89.52	1.18	105.63	51.59
	25	0.29	1.22	0.35	89.52	1.22	109.21	57.05
	50	0.29	1.38	0.40	89.52	1.43	128.01	78.57
	100	0.29	1.59	0.46	89.52	1.63	145.91	106.48
	200	0.29	2.01	0.58	89.52	1.83	163.82	155.39

3.1.5.3 Método DGA-AC

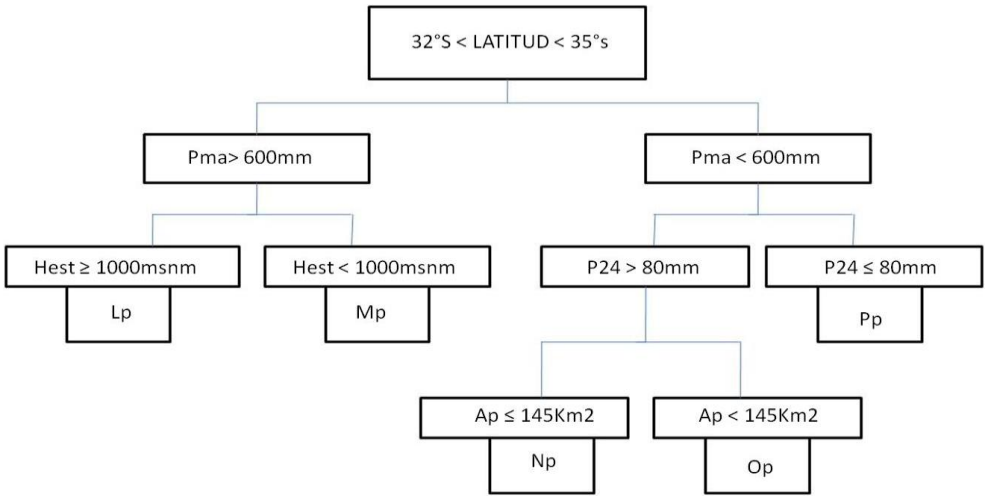
Descripción del método

El método DGA-AC para crecidas pluviales, corresponde a un análisis regional de crecidas de origen pluvial, basado en series de máximos anuales generadas a partir de la información de caudales medios diarios máximos e instantáneos máximos del periodo pluvial, de 234 estaciones de control fluviométrico. En este método, que abarca estaciones desde la III| a la IX° región, es válido para cuencas pluviales o pluvionivales sin información Fluviométrica y con áreas comprendidas entre 20 y 10.000Km^2. Su uso está restringido a períodos de retorno inferiores a 100 años.

Determinación de zona homogénea

La ubicación de la zona homogénea a la cual pertenece la cuenca, se determina según su latitud.

Figura 23:esquema para cuencas ubicadas entre Lat 32° S y Lat 35° S



Fuente: (Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas, 1995)

La zona homogénea en este caso será el Np, ya que el estero Las Hualtatas está ubicado en la latitud 33ºs y que el área pluvial es menor a 145 km2 y su precipitación máxima de 24 horas es mayor a los 80mm.

Determinación de Curva de Frecuencias Regional

Una vez identificada la zona homogénea, se ubica la curva de frecuencia adimensional correspondiente.

Tabla 14: Curva de frecuencia regional de caudales medios diarios máximos zona homogénea Np pluvial- log normal –latitud 32°35°

Periodo de retorno T(años)	Q(T)/Q(10)		
	Media	Máxima	Mínima
2	0.18	0.20	0.16
5	0.56	0.57	0.54
10	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.67	1.59
25	1.86	1.94	1.81
50	2.77	2.98	2.66
75	3.44	3.76	3.28
100	3.97	4.38	3.76

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas, 1995)

Determinación del Caudal Medio Diario Máximo de Período de Retorno 10 años

El caudal medio diario de período de retorno 10 años (Q_{10}), es la variable usada para dimensionar las curvas de frecuencia regionales del método.

Para su determinación se plantean las siguientes relaciones, las cuales depende de la región en que se ubique la cuenca a analizar.

II y IV Región: $Q_{10} = 1{,}94 * 10^{-7} * Ap^{0{,}776} * (P_{24}^{10})^{3{,}108}\ (m^3/s)$

V-RM- VI Región: $Q_{10=} 5{,}42 * 10^{-8} * Ap^{0{,}915} * (P_{24}^{10})^{3{,}432}\ (m^3/s)$

VII a IX Región: $Q_{10} = 2 * 10^{-3} * Ap^{0{,}973} * (P_{24}^{10})^{1{,}224}\ (m^3/s)$

Dónde:

- Q_{10}: Caudal medio diario máximo de período de retorno 10 años, expresado en m^3/s
- Ap: Área pluvial de la cuenca, expresada en Km^2
- P_{24}^{10}: Precipitación diaria máxima de período de retorno 10 años, expresada en mm

Con estas relaciones es posible calcular la curva de frecuencia de caudal medio diario máximo de la cuenca, multiplicando los valores de la curva de frecuencia regional adimensional, obtenida por tablas, por el caudal medio diario máximo de período de retorno 10 años.

Determinación de la curva de Frecuencia del Caudal Instantáneo Máximo

El factor de conversión (α) de caudal medio diario máximo a caudal instantáneo máximo, se determina en función a la zona homogénea a la cual pertenece la cuenca. Los valores de estos factores para cada zona homogénea se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 15*: Factores de conversión del caudal medio diario máximo a caudal instantáneo máximo.*

Zona Homogénea	alpha
Dp	2.19
Ep	1.13
Fp	3.07
Gp	1.40
Hp	1.13
Ip	1.25
Jp	2.14
Kp	1.59

Lp	1.67
Mp	1.48
Np	1.87
Op	1.76
Pp	1.43
Qp	1.51
Rp	1.45
Sp	1.37
Tp	1.28
Up	1.2-1.5(*)
Vp	1.16
Wp	1.19
Xp	1.22
Yp	1.27
Zp	1.24

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas, 1995)

(*): En la zona Up se entrega un rango para los valores del factor α

Finalmente, la curva de frecuencias de caudal instantáneo máximo de la cuenca se determina multiplicando la curva de frecuencia de caudal medio diario máximo por el factor de conversión α correspondiente a la zona homogénea a la cual pertenece la cuenca.

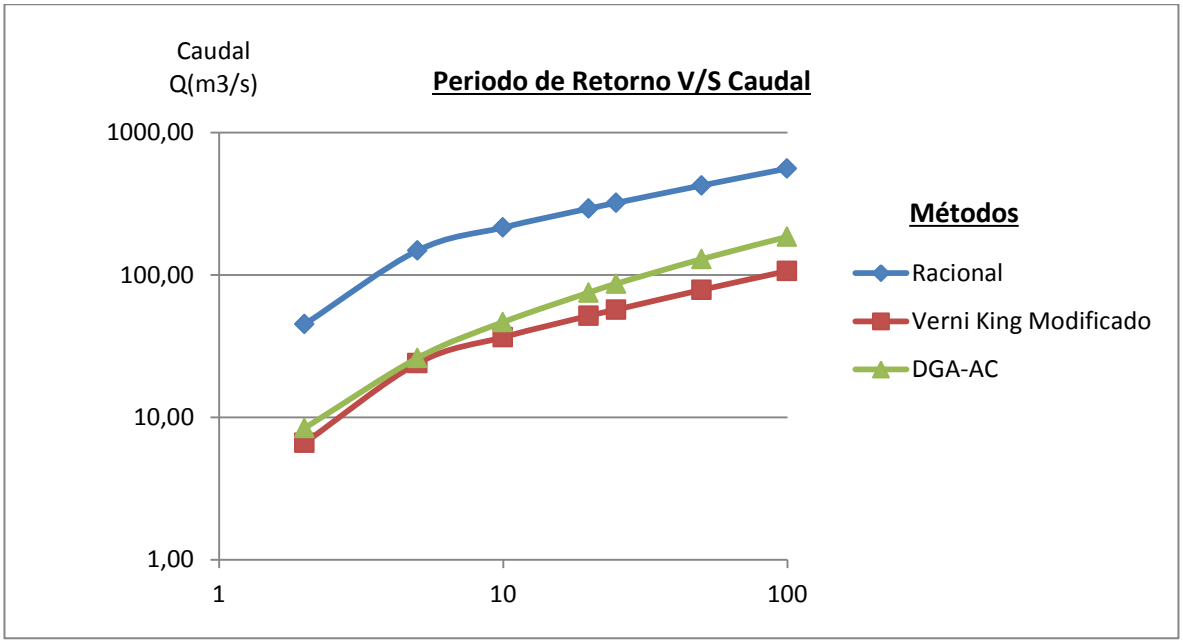
Tabla 16: Método DGA-AC Estero Las Hualtatas

	T	QT/Q10 (adim)	QT(m3/s)	Alfa(adim)	Q(m3/s)
Método DGA-AC	2	0.18	4.49	1.87	8.40
	5	0.56	13.97	1.87	26.13
	10	1.00	24.95	1.87	46.66
	20	1.61	40.17	1.87	75.12
	25	1.86	46.41	1.87	86.79
	50	2.77	69.11	1.87	129.24
	100	3.97	99.06	1.87	185.24
	200	6.09	151.95	1.87	284.15

Fuente: Elaboración Propia

*factores CFT y CD encontrados en tabla 3.1.2.3 y 3.1.2.4 del anexo A.

Gráfico 1: Análisis de frecuencia de caudales Máximos por Métodos de análisis



Fuente: Elaboración Propia

3.1.6 Caudales Adoptados

Los caudales utilizados corresponden a los determinados por el Método Racional, debido a que son los mayores caudales asociados a los distintos períodos de retorno, de esta manera se realiza un modelo más conservador.

Tabla 17: Caudales Adoptados

T(años)	Q(m3/s)
2	45.04
5	148.45
10	215.52
20	292.47
25	320.79
50	425.32
100	558.58
200	792.77

3.2 Análisis Hidráulico

El estudio hidráulico tiene por objetivo determinar los niveles de escurrimientos y velocidades máximas asociados a distintos períodos de retorno de crecidas en el estero Las Hualtatas, con la finalidad de realizar un diagnóstico de la situación actual de dicho estero.

3.2.1 Fundamentos teóricos del Hec-Ras

Este software utiliza un modelo numérico que hace un análisis iterativo de las ecuaciones de movimiento gradualmente variado. Este método consiste en determinar los niveles de escurrimiento en una sección transversal determinada, a partir de otra cercana, en la cual se conocen sus condiciones.

Mediante un equilibrio de energía (Bernoulli) y cálculo de pérdidas de carga por fricción con la ecuación de Manning, se determinan las condiciones hidráulicas de la sección en cuestión. Así se avanza a la sección siguiente, hasta obtener los resultados a todo lo largo del tramo. El método requiere, por lo tanto conocer la profundidad de escurrimiento en algún perfil transversal y de ahí iniciar el proceso. Cabe destacar que también se pueden incluir pérdidas de carga por obras de arte, como son puentes y alcantarillas.

Las siguientes hipótesis están implícitas en las expresiones analíticas empleadas en el programa:

- El flujo es permanente, es decir no tiene variación en el tiempo
- El flujo es gradualmente variado.
- El flujo es unidimensional, es decir, los componentes de la velocidad en las direcciones distintas de la dirección de flujo se aproximan a cero.

3.2.1.1 Datos de entrada del Hec-Ras

3.2.1.1.1 Geometría del Cauce

a. Secciones transversales

Se deben ingresar una a una las secciones transversales, que representan la topografía del cauce, y las distancias relativas entre ellas. Para esto se utilizará la topografía de detalle obtenida en proyecto Plan de Manejo Mapocho Oriente(EIC, 2004). Las secciones transversales serán un conjunto de vectores de datos *x,z*, donde *x* representa la distancia horizontal (perpendicular al eje del cauce) con respecto a un determinado origen y *z* la cota respectiva.

El Hec-ras tiene la opción de interpolar secciones transversales cuando se requiere, lo que generalmente se utiliza cuando dos secciones están muy distantes.
Además, se pueden ingresar singularidades tales como puentes, bóvedas o alcantarillas.

b. Coeficientes de rugosidad

Los coeficientes de rugosidad se determinarán en primera instancia mediante la relación de Streeckler, que permite asociar granulometría del lecho con rugosidad de Manning. Estos valores se verificarán con las recomendaciones del Ven te Chow, incorporando los factores amplificadores que dicen relación con la vegetación, presencia de meandros, curvas, etc. Cabe destacar que el software HEC-RAS predetermina altos coeficientes de pérdidas por contracción y expansión, los que para cauces naturales deben corregirse en acuerdo con las rugosidades adoptadas.

3.2.1.1.2 Caracterización del Flujo

Además de las características geométricas, es necesario ingresar los parámetros de flujo del cauce. Estos son los siguientes:

a. Caudales

Es necesario ingresar los distintos escenarios que representarán distintos tiempos de concentración y períodos de retorno. Estos caudales serán obtenidos de la simulación hidrológica de la cuenca.

b. Condiciones de borde

Es necesario ingresar las condiciones de borde para la sección transversal inicial o final. Estas condiciones pueden ser: altura crítica, altura de escurrimiento conocida, altura normal, etc. Con esta condición de borde definida, se podrá seguir el cálculo hacia las siguientes secciones.

c. Régimen de flujo

Se debe indicar si corresponde a un flujo supercrítico, subcrítico o mixto.

3.2.1.1.4 Modelación

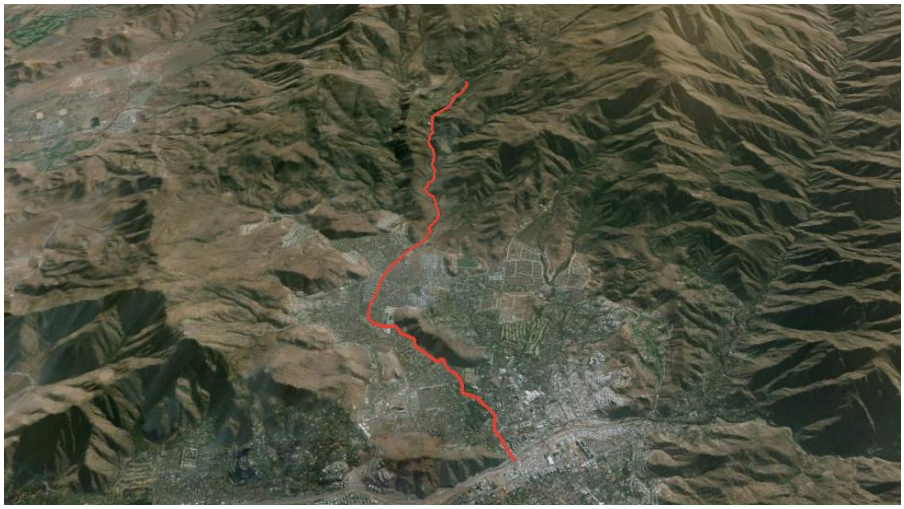
El HEC-RAS permite incorporar la topografía de los cauces y entregarle a cada uno sus caudales de diseño por tramos. Esto permite determinar qué pasa con los cauces menores, cuando el principal escurre durante el peak. También permite determinar qué ocurre en el cauce principal cuando en los cauces menores afluentes se dan los peak.

En la modelación del estero Las Hualtatas se tomaron perfiles obtenidos en las topografías del Proyecto Mapocho Oriente, (EIC, 2004), al que posteriormente se le incorporan los datos de rugosidades, condiciones de borde y caudales asociados a distintos períodos de retorno que sean interesantes de observar.

3.2.3 Topografía Utilizada

La topografía es de aproximadamente 200 perfiles a lo largo del Estero Las Hualtatas como se muestra en la Figura 24, cada perfil tiene un distanciamiento entre perfiles transversales de 50 metros cada uno.

Figura 24: Tramo longitudinal estero Las Hualtatas



Fuente: Google Earth

3.2.4 Condiciones de Borde

Se consideró que el escurrimiento en el Estero Las Hualtatas tienen régimen mixto, asociados a distintos períodos de retornos. Estos cálculos se realizaron considerando una pendiente de 0.045

3.2.5 Rugosidades.

El coeficiente de rugosidad se estimó a partir del método de Cowan, complementado con las sugerencias del programa Hec-Ras.

3.2.5.1 Método De Cowan (Chow, 1959)

Según método de Cowan (Chow, 1959) para la estimación del coeficiente de rugosidad en los cauces naturales se debe considerando la siguiente ecuación:

$$n = (n0 + n1 + n2 + n3 + n4) * M$$

Dónde:

N_0= Rugosidad base, corresponde al canal excavado en tierra.

N_1= Rugosidad adicional por irregularidades superficiales del perímetro mojado.

N_2= Rugosidad adicional por variación de forma y dimensiones de las secciones.

N_3= Rugosidad adicional por obstrucciones en el cauce.

N_4= Rugosidad adicional por presencia de vegetación.

M= Factor de corrección para incorporar efecto de sinuosidad del cauce o presencia de meandros.

Tabla 18: Coeficiente de rugosidad Método de Cowan

CORRECCION POR EFECTO	CORRECCION	LIGERO	MENOR	MODERADO	SEVERO
Irregularidades	N1	0	0.005	0.01	0.02
Variación de Forma y Dimensiones	N2	0	0.005	0.01	0.0145
Obstrucciones en el Cauce	N3	0	0.010 - 0.015	0.020 - 0.030	0.04 - 0.06
Presencia de Vegetación	N4	0.005 - 0.010	0.010 - 0.025	0.010 - 0.050	0.050 - 0.10
Meandro	M	1	1	1.15	1.3

Fuente: Chow, 1959.

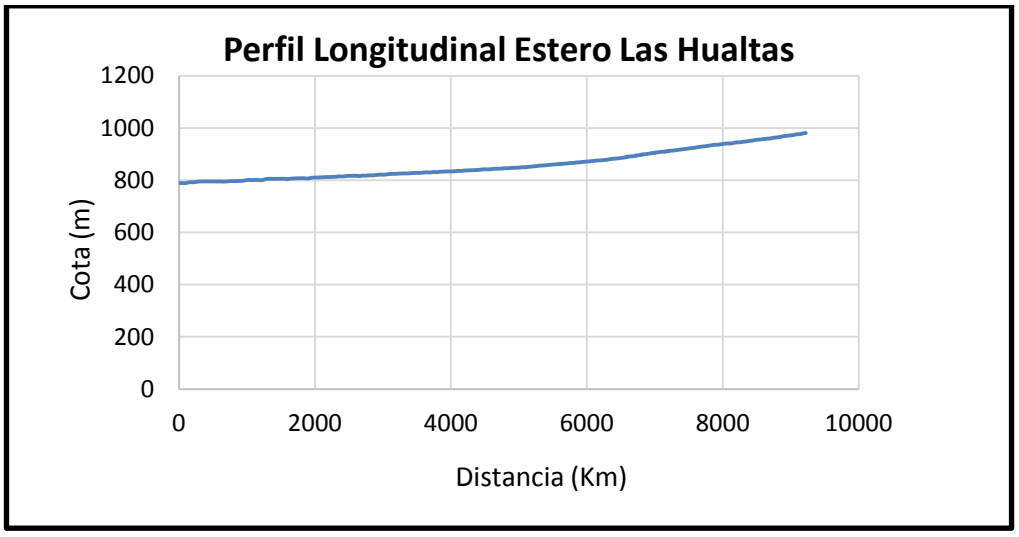
Los coeficientes de rugosidad se definieron de acuerdo a visitas a terreno según las siguientes descripciones del cauce que se indican a continuación:

- Cauce natural con árboles o arbustos ; n = 0,050
- Cauce natural sinuoso sin arbustos ; n = 0,040
- Cauce natural en lecho de bolones y piedras ; n = 0,045
- Cauce canalizado con tierra ; n = 0,030
- Cauce canalizado en albañilería ; n = 0,025

Tomando en consideración lo anterior el coeficiente de rugosidad adoptado es n=0.40

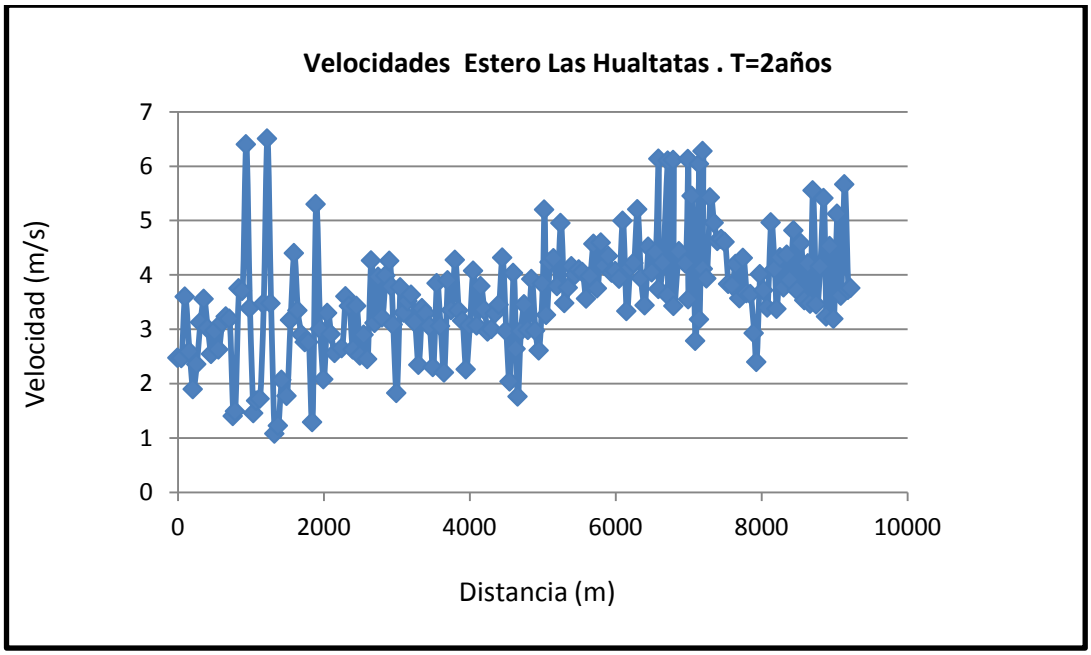
3.2.7 Resultados HEC-RAS

3.2.7.1 Perfil Longitudinal

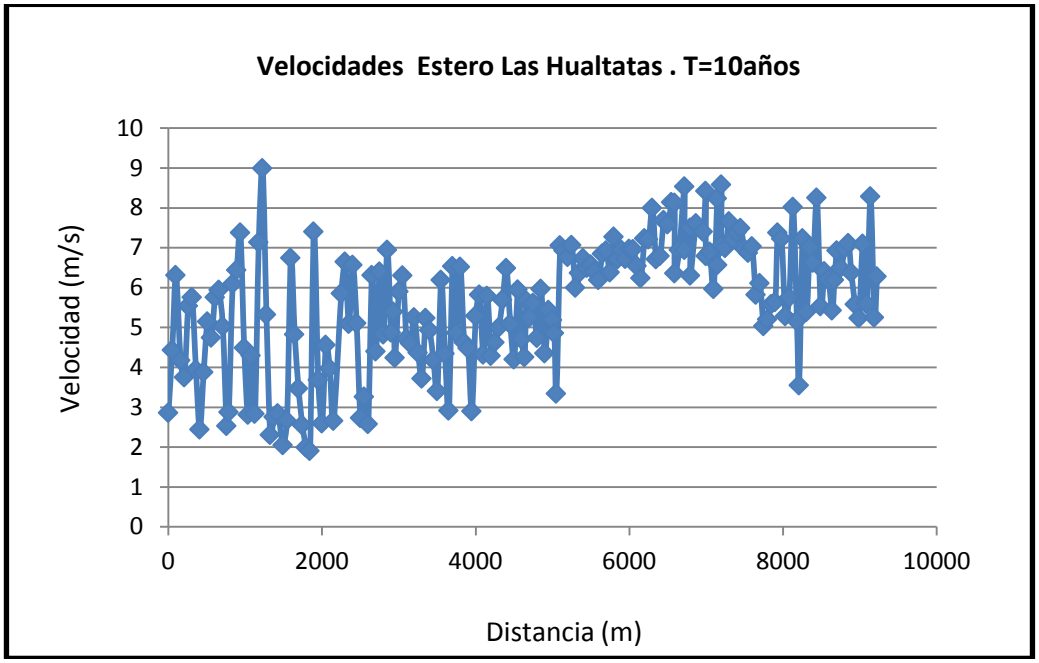


Fuente: Hec-Ras

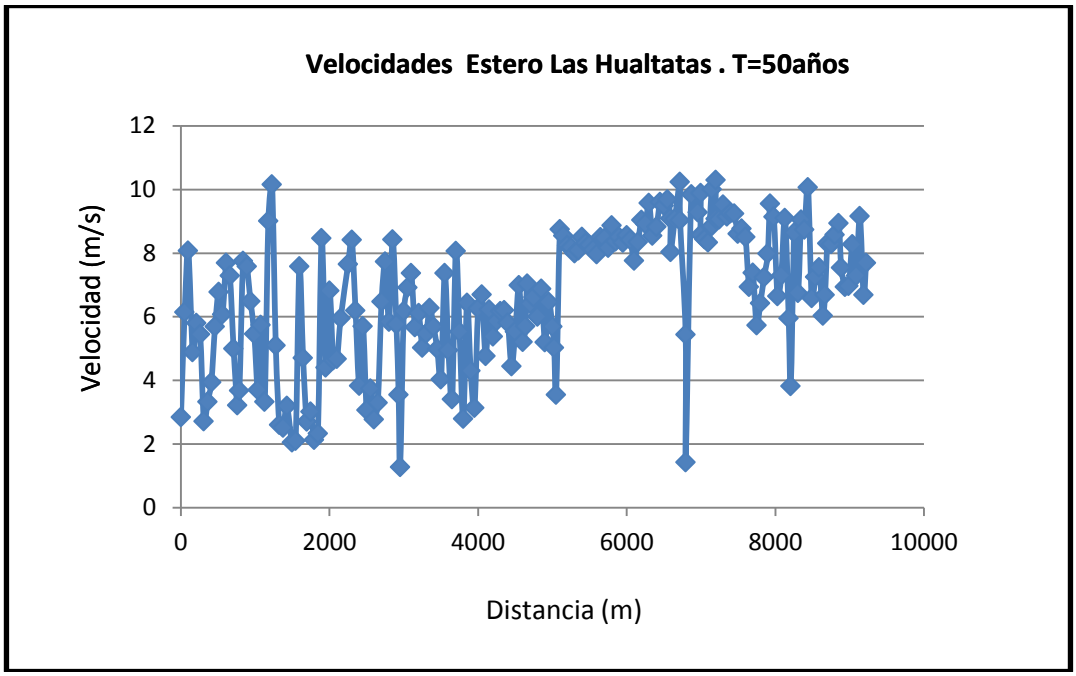
3.2.7.2 Velocidades para distintos períodos de retorno



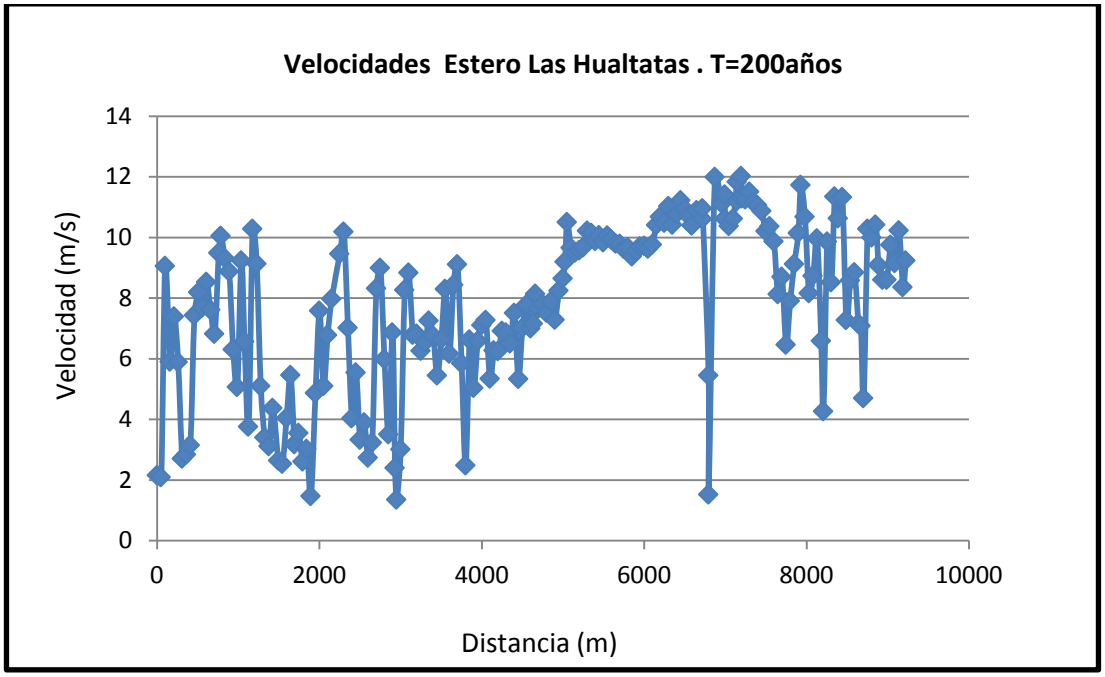
Fuente: Hec-Ras



Fuente: Hec-Ras

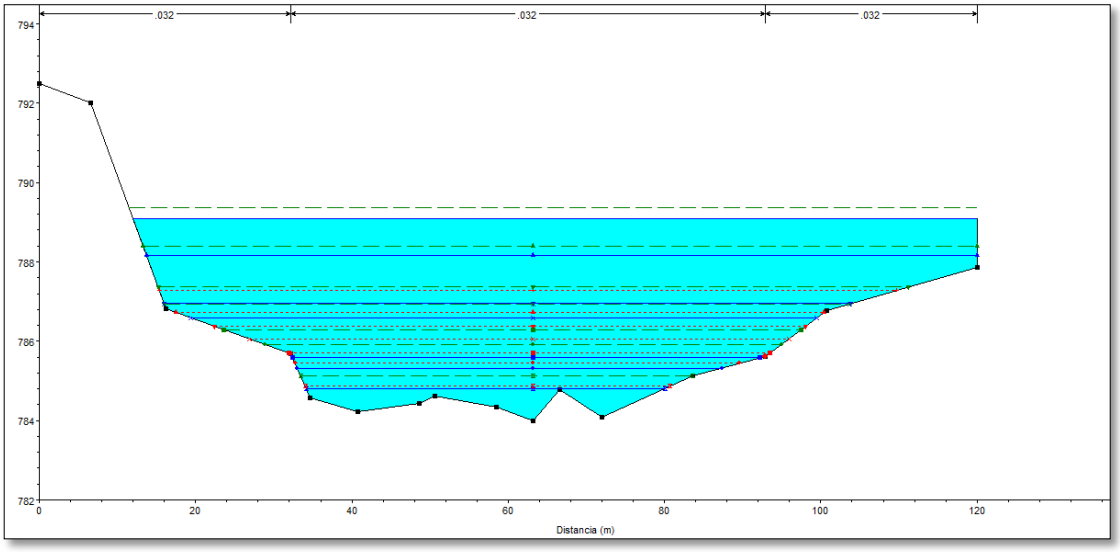


Fuente: Hec-Ras



Fuente: Hec-Ras

3.2.7.1 Sección transversal Estero Las Hualtatas en Desembocadura



Fuente: Hec-Ras, Estero Las Hualtatas

Tabla 19: Tabla Resultados

Período de Retorno	Caudal (m3/s)	Cota eje hidráulico (m)	Profundidad de escurrimiento (m)	Cota altura critica (m)	Bernoulli (m)	Gradiente hidráulico	Velocidad (m/s)	Sección de escurrimiento (m2)	Ancho superficial (m)	Número de Froude
T=200 años	792.77	783.99	789.10	787.28	789.36	0.000799	2.39	380.20	108.02	0.36
T=100 años	558.58	783.99	788.16	786.72	788.40	0.000998	2.29	279.48	106.28	0.39
T=50 años	425.32	783.99	786.95	786.37	787.37	0.002827	2.92	159.62	87.81	0.61
T=25 años	320.79	783.99	786.59	786.06	786.94	0.002934	2.66	129.38	80.14	0.60
T=10 años	215.52	783.99	785.58	785.70	786.29	0.014594	3.73	59.21	59.75	1.20
T=5 años	148.45	783.99	785.32	785.44	785.92	0.015892	3.43	44.44	54.40	1.21
T=2 años	45.04	783.99	784.81	784.86	785.12	0.020967	2.47	18.67	45.92	1.24

Fuente: Hec-Ras, Estero Las Hualtatas

Nota: las tablas completas asociadas para cada período de retorno, se encuentran en Anexo 3

3.2.7.7 Conclusión preliminar capítulo

Luego de la realización del modelo en HEC-RAS y la comparación de sus resultados con el estudio realizado sobre el mismo estero el año 2004, se puede observar que sus caudales de diseños aumentaron notoriamente y esto es debido a los cambios en las precipitaciones.

Por esta razón se hace muy importante la protección de las laderas de los cauces, ya que el aumento de precipitaciones puede aumentar incluso el riesgo de desbordamiento, ya que, basándose en los artículos de prensa encontrados, en el año 2002 el principal problema fue la socavación de las riberas del estero Las Hualtatas cerca de su desembocadura en el Mapocho y en el año 1997 no hubo problemas en el Mapocho, sin embargo los esteros Las Hualtatas y El Arrayán llegaron a estar a 10 cm del desborde, lo que cobra mayor relevancia, debido al cambio climático, porque los científicos aseguran que grandes olas de calor e intensas precipitaciones podrían ser usuales en un futuro.

Para evitar futuros problemas en la cuenca del estero Las Hualtatas, se propone como medida de mitigación mantener la sectorización de este cauce y de los cauces en general, puesto que de esta manera se pueden identificar de mejor forma los sectores propensos a riesgos en los cuales se debería regularizar el uso de suelos para tener un control y una planificación.

Una de las alternativas para evitar grandes daños en las riberas de los cauces es mantener un distanciamiento apropiado entre el cauce y los sectores residenciales, esta alternativa produciría beneficios ambientales y económicos, puesto que se evitaría realizar construcciones para mitigar daños permitiendo la biodiversidad del sector que cada día se va perdiendo por medio del crecimiento urbano.

Finalmente, se debería recomendar que en cada estero, río o lago las obras se diseñen en base al último evento de gran envergadura registrado en la zona, porque sería un parámetro más real y además que se maneje un catastro de los problemas y sectores de riesgos, los cuales se deberían ir actualizando cada vez que ocurra una crecida importante.

CAPÍTULO 4. PROPOSICIÓN DE MEDIDAS, VARIABLE Y CRITERIOS DE DISEÑO

En este capítulo se abordará la proposición de medidas, tanto estructural como no estructural, estas medidas serán tomadas en base al estudio realizado en el Estero Las Hualtatas, pero en el caso generalizado estas podrían eventualmente ser aplicables en esteros con las mismas características.

4.1 Propuesta de Soluciones

Con los estudios realizados a los cauces se deberían entregar resultados sobre los problemas y diagnosticar una situación actual de ellos, puesto que esto conlleva a tener una visión integrada de los problemas y a poder buscar alternativas para sus soluciones las cuales deberían incluir una serie de medidas, ya sean del tipo estructural como las no estructurales.

4.2 Proposición de medidas

4.2.1 Medidas No-Estructurales

Entre las posibles soluciones para la cuenca, se dará prioridad a las soluciones del tipo no estructural, entendiéndose por estas a las soluciones destinadas a la normativa chilena, regulaciones y/o restricciones para los cauces naturales de la cuenca y sus áreas de influencias, las cuales deberán ser acogidas y respetadas por el Plan Regulador, Decretos Supremos, Uso de Suelos, etc., de modo que las acciones futuras de cualquier actor que tengan relación con estos cauces naturales, se enmarquen necesariamente dentro de esta solución.

En una cuenca que está en un rápido proceso de urbanización, este tipo de medidas no estructurales no sólo son urgentes para evitar acciones y obras dañinas a los cauces y a terceros, sino además muy eficaces.

Estas medidas no estructurales incluirán:

- Definición de “Caudales de diseño” para cada uno de los tramos de cauce de la cuenca, ya que se deberían evaluar con períodos reales de algún evento pasado.
- Zonificación de áreas de inundación y de riesgo de erosión, a incorporar en el Plan Regulador y de Manejo de Suelos.
- Definición de áreas con restricción a incorporar en el Plan Regulador Comunal.
- Definición de sectores aptos y no aptos para extracción de áridos, y sus volúmenes anuales de explotación.
- Definición de fajas de reserva para los drenajes actuales y futuros hacia los cauces naturales.
- Plan de mantención y limpieza anual de los cauces de la cuenca.
- Campañas para informar a la población sobre las medidas que deben tomar para cuidar la mantención de los cauces.

Otras medidas no estructurales pueden ser acuerdos y procedimientos que podrían ser analizados con la Inspección Fiscal y La Municipalidad de Lo Barnechea. Estas medidas, en conjunto con las estructurales, cumplen el objetivo de dar una respuesta integral a la problemática que afecta en la actualidad al estero de esta cuenca.

4.2.2 Medidas Estructurales

Las medidas estructurales corresponden a las diferentes obras, como por ejemplo las defensas fluviales, las que incluyen muros de contención, gaviones, enrocado, espigones, etc., sean éstas nuevas obras fluviales o de mejoramiento, modificación, reparación o mantención de las obras existentes.
En términos generales, se propondrán obras tipos como las que se indican en el siguiente listado:

- Construcción, reposición y mantención de defensas fluviales ribereñas.
- Construcción de defensas transversales para impedir la erosión en algunos tramos de cauce.
- Canalización y/o mejoramiento de la capacidad de tramos de cauce.
- Peralte de riberas.
- Modificación de obras existentes que dificultan al escurrimiento de crecidas, especialmente de obras de arte para cruce de calles.

Para la incorporación de estas obras se deberán proponer diseños para los tipos de tramos y deberán ser debidamente dimensionados.
El dimensionamiento de las soluciones se realiza a partir de los resultados del eje hidráulico, en los sectores en que se cuente con información topográfica. Donde no haya cálculo de ejes hidráulicos.

4.2.2.1 llanuras de inundación y áreas inundables

Las inundaciones son eventos naturales y recurrentes para un río. Estadísticamente, los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2,33 años (Leopold etal., 1984). Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y áreas costeras. Esto hace que un determinado curso de aguas rebalse su cauce e inunde tierras adyacentes. Las llanuras de inundación son, en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, y

ubicados en zonas adyacentes a los ríos y cursos de agua. Las llanuras de inundación son, por tanto, "propensas a inundación" y un peligro para las actividades de desarrollo si la vulnerabilidad de éstas excede un nivel aceptable.

Se pueden observar las llanuras de inundación desde varias perspectivas diferentes: "La definición de llanuras de inundación, depende algo de las metas que se tenga en mente. Como categoría topográfica es muy plana y se encuentra al lado un río; geomorfológicamente, es una forma de terreno compuesto primariamente de material depositado no consolidado, derivado de sedimentos transportados por el río en cuestión; hidrológicamente, está mejor definida como una forma de terreno sujeta a inundaciones periódicas por un río padre. Una combinación de estas características posiblemente cubre los criterios esenciales para definir una llanura de inundaciones".

4.2.2.2 Zonas de esparcimiento

El parque, es una de las tipologías de espacio público, junto con la calle y la plaza. La definición clásica de parque (del francés parc). El parque relaciona este espacio a un ámbito que involucra no sólo áreas verdes, sino también actividades que podrían estar asociadas a dicho espacio.

Se consideran aquí como áreas verdes de uso público que pueden acoger actividades relacionadas con lo recreacional, deportivo, de culto, cultural, científico, de esparcimiento y turismo al aire libre. Los usos antes mencionados deben ser complementarios y compatibles con el carácter de área verde de uso público, su valor paisajístico o su equilibrio ecológico y además al ser ubicados en las franjas ribereñas constituirá un espacio para la biodiversidad y lo mayormente importante ayudará a la mitigación ante una posible inundación.

4.2.2.3 Parque inundable

Un Parque Urbano Inundable es diseñado topográficamente para cumplir una función como depósito, que retenga temporalmente el volumen de agua que se puede acumular en una parte baja ante un episodio de lluvias de fuerte intensidad.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIÓN

A pesar de las grandes inversiones económicas que se realizan para disminuir los daños producidos en las laderas de los cauces, no existe ninguna protección que sea absolutamente eficiente contra las inundaciones y/o aluviones, puesto que estas tienen un efecto limitado, sin embargo esto ayuda a mitigar el desastre que eventualmente podría ocurrir y además se debe tener en cuenta que el mantenimiento de estas obras cobra gran relevancia, ya que el descuido de ellos, puede provocar que las condiciones cambien abruptamente y puedan amenazar nuevas áreas.

Desde el punto de vista administrativo, los cauces se deberían delimitar de acuerdo a parámetros ecológicos, puesto que el uso del suelo en reiterados casos llega a las fronteras de los cauces y no dejan espacio suficiente para los cambios naturales que ocasionalmente podría sufrir el cauce.

Respecto a la protección de inundación, se establecen principios los cuales ayudarán en gran medida a proteger las zonas aledañas a los cauces, como por ejemplo, Los Análisis de Riesgos, los cuales permiten tener un conocimiento completo de condiciones hidrológicas e hidráulicas, una actualización de sus riesgos predominantes durante la historia y de mapas con zonas de riesgo; Zonas Ecológicas, la protección aquí es apoyada por la vegetación ribereña abundante y proporciona el espacio suficiente al desarrollo de la diversidad natural en los ecosistemas; Diferenciación de Objetivos de Protección, las áreas se deberán diferenciar por un grado de importancia, por ejemplo, la protección a un edificio será de menor importancia que la protección a una ciudad completa; Áreas de Detención Natural, la descarga de inundación se debería posicionar en dichas zonas, por lo que estas no solo se deberían mantener, sino también restablecer en algunos sectores; Minimización de Impactos, se debe guardar el régimen de sedimento en el equilibrio y garantizar el avenamiento de un área.; Comprobación en Puntos de Fracasos Posibles, las incertidumbres naturales se deben considerar con cuidado y la protección de las estructuras se tienen que adaptar y optimizar; Mantenimiento, este proceso se torna vital para la protección de cauces,

porque un mantenimiento apropiado de canales o corrientes de agua debe ser una tarea permanente; Asegurar Espacio Necesario de un Río, el uso de la tierra aledaño a un cauce, requiere de respeto y una distancia suficiente para su protección.

En consecuencia a lo planteado, se analizó el estero ubicado en la comuna de Lo Barnechea, de acuerdo a los tres modelos de cálculo de caudales (DGA-AC, Verni y King y Racional), el que resultó más representativo del análisis del estero Las Hualtatas, fue el Método Racional, porque este tiene incluido en sus fórmulas las precipitaciones y coeficientes de escorrentía que se calculan según la urbanización y vegetación de la zona donde se emplaza la cuenca, el que al ser comparado con el proyecto Plan de Manejo Mapocho Oriente del año 2005, resultó tener un aumento significativo en sus caudales de diseño, lo que indica que a medida que pasan los años, este caudal podría seguir aumentando debido a los cambios climáticos y al aumento de la población de la cuenca analizada.

El primer paso en este análisis es reconocer los problemas y orientar la protección contra las inundaciones, pues en la visita efectuada a este estero, se pudo observar un aumento en la urbanización y además de zonas en las cuales no existe un franja restrictiva en sus laderas, lo que produce preocupación frente a una eventual crecida, puesto que causaría daños, no solo al espacio natural, sino también a los residentes. Si en este estero se respetara lo mencionado anteriormente sobre el espacio necesario que debería tener el cauce, muchas casas deberían ser expropiadas, lo que constituye un gran problema, por este motivo siempre será más conveniente restringir estos espacios por medio de normativas incluidas en los Planes Reguladores.

Bibliografía

Comisión Asesora Presidencial. (2013). *Politica Nacional de Desarrollo Urbano.* Santiago.

Direccion General de Aguas. (s.f.). *Red Hidrométrica*. Obtenido de http://www.arcgis.com

Dirección General de Aguas. (s.f.). *www.dga.cl*.

EIC, I. C. (2004). *Diagnóstico y Proposición Plan Maestro De Manejo de Cauces Naturales, Cuenca Río Mapocho Hasta Estero Las Hualtatas.* Santiago.

Gobierno de Chile. (s.f.). *Instrumentos de Planificación*. Recuperado el 2015, de http://www.observatoriourbano.cl

Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea. (2015). *Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea*. Obtenido de http://www.lobarnechea.cl

Mays., C. V. (1954). *Hidrología Aplicads.*

Ministerio Bienes Nacionales. (s.f.). *Ministerio de Bienes Nacionales*. Recuperado el 2015, de http://www.bienesnacionales.cl

Ministerio de Justicia. (1981). *Codigo de Aguas.* Santiago.

Ministerio de Obras Públicas Dirección de Vialidad. (2015). Manual de Carretera. En *Instrucciones y Criterios de Diseños* (Vol. III).

Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Aguas. (1995). *Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica.* Santiago.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (s.f.). *Ministerio de Vivienda y Urbanismo*. Obtenido de www.minvu.cl

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1992). *Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.* Santiago.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2013). *Reconstrucción Urbana Post 27f.* Santiagi.

Ministerio del Medio Ambiente. (2013). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.* Santiago.

Salas, R. (2002). *Optimización Técnico-Ecónimico de la Red Fluviometrica de la Tercera Región de Atacama.*

Wegleitungen des BWG- Directives de l'OFEG. (2001). *Flood Control al River and Streams.*

ANEXOS

A. ANEXO 1

Tabla 3.1.2.2: Precipitaciones máximas para 10 años de período de retorno, según DGA (1994), Precipitaciones Máximas en 1,2 y 3 días.

Zona Climática y Región	Ciudad	Código BNA	Nombre Estación	Precipitaciones (mm) 24 hrs	48 hrs	72 hrs
Desierto Árido						
I. Tarapacá	Arica	1310098	Arica Chacalluta DMC	1.9	2.2	2.3
	Iquique	1820098	Iquique Cavancha	1.5	1.5	1.5
II. Antofagasta	Antofagasta	2760098	Antofagasta U. Norte	6.5	7.0	7.0
	Calama	2111098	Calama DMC	10.0	10.0	10.0
III. Copiapó	Copiapó	3450098	Copiapó DMC-DGA	25.1	25.4	25.4
	Vallenar	3823051	Vallenar DMC	32.7	39.0	40.5
Semiárida						
IV. Coquimbo	La Serena	4335050	La Serena DMC	60.3	76.7	81.9
	Ovalle	4551096	Ovalle Aeródromo	70.3	88.5	95.4
	Illapel	4726050	Illapel DOS DMC	78.2	99.9	110.9
V. Valparaíso	Valparaíso	5510097	Valparaíso Pta. Ángeles	83.3	117.3	134.4
	Los Andes	5410051	Los Andes DMC	82.9	114.6	138.9
	San Antonio			87.4	119.2	136.4
Mediterránea						
R. Metropolitana	Santiago	5730097	Stgo Quinta Normal	71.0	98.4	118.6
VI. B. O'Higgins	Rancagua	6010051	Rancagua DMC	68.5	99.5	131.1
VII. Maule	Talca	7378096	San Luis Talca	93.2	135.0	165.8
	Curicó	7118050	Curicó Gral. Freire	113,6	153.0	189.6
	Linares	7358051	Linares DOS	123.1	176.9	215.3
	Constitución	7384098	Constitución	119.6	166.5	204.0
VIII. BioBio	Concepción	8220098	Concepción	105.1	143.0	172.8
	Chillan	8117051	Chillan	107.3	149.7	185.8
IX. Araucanía	Temuco	9129098	Temuco Maquehue	82.3	105.2	118.5
Templada Húmeda						
X. Los Lagos	Pto Montt	10425050	Pto. Montt	81.9	118.2	138.9
	Valdivia	10123052	Valdivia - Pichoy	102.9	159.3	191.1
Templada H. Oceánica	Castro	10901098	Castro	89.3	123.1	151.6
XI. Gral. Carlos Ibáñez	Coyhaique	11316050	Coyhaique Tte. Vidal	67.8	101.3	118.6
	Pto. Aysén	11342050	Pto. Aysén DGA	173.4	242.6	291.5
Fría H.						
XII. Magallanes	Pta. Arenas	12586050	Pta. Arenas Naval	54.0	74.5	80.1

Como resultado de este proceso se obtiene la lluvia máxima diaria asociada a un período de retorno de 10 años en el lugar de interés.

Si no se cuenta con registros observados, se puede obtener una estimación recurriendo a los mapas de lluvias máximas diarias con 10 años de período de retorno, publicados por la Dirección General de Aguas (DGA, precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días). Estos mapas se confeccionaron en base al análisis de alrededor de 600 estaciones de registro del país. Un ejemplo que permite apreciar el aspecto que presentan estos mapas se muestran en la figura 3.1.2.3

En la tabla 3.1.2.2 se resumen los valores de precipitaciones máximas de 24, 48 y 72 horas para 10 años de período de retorno en varias ciudades.

Estimación de lluvias para duraciones entre 1 y 24 horas. Varas y Sánchez (1984) analizaron los registros pluviográficos de 13 estaciones en Chile central y sur, ubicadas entre La Serena y Puerto Montt. La muestra incluyó 1300 tormentas con duraciones entre 1 y 24 horas, las cuales representan un total de 252 años de registro. Los resultados se presentaron como familias de curvas IDF adimensionales, los cuales permiten, en base a un valor de lluvia diario conocido, estimar las lluvias o intensidades de lluvia asociadas a otras duraciones y a otras probabilidades de ocurrencia
Los coeficientes de duración (CD) calculados para las duraciones entre 1 y 24 horas se presentan en la tabla 3.1.2.3 Los coeficientes de duración para hora, excluyendo a Armerillo, que presenta un micro-clima muy especial, varían entre 0.12 y 0.20 con un promedio de 0.16 y una desviación típica de 0.03.

El valor promedio encontrado para estaciones chilenas, es bastante similar al propuesto por el USBR (1965) al examinar las lluvias de diversos lugares de Estados Unidos ubicados al oeste del meridiano 105. Solo los valores calculados para Armerillo difieren de la tendencia general, hecho explicable por la gran magnitud que tienen las intensidades de las tormentas de 24 horas en dicho sitio.

Tabla 3.1.2.3 Coeficientes de duración para varias ciudades para lluvias de igual período de retorno, (Varas y Sánchez, 1984)

Ciudad	Duración (horas)									
	1	2	4	6	8	10	12	14	18	24
Arica	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.00
Iquique	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.00
Antofagasta	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.00
Calama	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.00
San Pedro de Atacama	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.00
Copiapó	0.15	0.26	0.44	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
Vallenar	0.15	0.26	0.44	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
La Serena	0.15	0.26	0.44	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
Ovalle	0.15	0.26	0.44	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
Illapel	0.15	0.26	0.44	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
Valparaíso	0.14	0.23	0.33	0.46	0.55	0.64	0.70	0.78	0.90	1.00
Los Andes	0.16	0.26	0.42	0.55	0.64	0.71	0.77	0.84	0.94	1.00
San Antonio	0.14	0.23	0.33	0.42	0.55	0.64	0.70	0.78	0.90	1.00
Santiago	0.16	0.26	0.42	0.55	0.64	0.71	0.77	0.84	0.94	1.00
Rancagua	0.12	0.21	0.34	0.42	0.51	0.58	0.65	0.73	0.83	1.00
Talca	0.12	0.19	0.29	0.40	0.52	0.59	0.68	0.72	0.82	1.00
Curicó	0.12	0.19	0.29	0.40	0.52	0.59	0.68	0.72	0.82	1.00
Linares	0.12	0.19	0.29	0.40	0.52	0.59	0.68	0.72	0.82	1.00
Constitución	0.19	0.30	0.38	0.47	0.56	0.64	0.70	0.77	0.89	1.00
Concepción	0.19	0.30	0.38	0.47	0.56	0.64	0.70	0.77	0.89	1.00
Chillan	0.17	0.24	0.36	0.44	0.52	0.60	0.67	0.72	0.89	1.00
Temuco	0.19	0.31	0.47	0.58	0.65	0.71	0.79	0.82	0.91	1.00
Pto. Montt	0.16	0.23	0.34	0.46	0.54	0.61	0.67	0.73	0.86	1.00
Valdivia	0.16	0.23	0.34	0.46	0.54	0.61	0.67	0.73	0.86	1.00
Ancud**	0.19	0.31	0.47	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
Castro**	0.19	0.31	0.47	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00

Pto. Cisnes**	0.19	0.31	0.47	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
Coyhaique **	0.19	0.31	0.47	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
Pto. Aysén**	0.19	0.31	0.47	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
Chile Chico**	0.19	0.31	0.47	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
Pta. Arenas**	0.19	0.31	0.47	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00
Pto. Williams**	0.19	0.31	0.47	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.00

*No se dispone de información que permita proponer un valor de diseño. Lo más probable es que las lluvias de 6 o más horas sean iguales a las de 24 horas. Para cada caso deberá realizarse un análisis específico.

**Se han considerado los máximos estimados para la zona centro sur.

En relación a los Coeficientes de Frecuencia (CF), se observó que ellos eran bastantes independientes de la duración de las lluvias estudiadas. El CF se definió como la razón entre la lluvia asociada a un cierto período de retorno y la lluvia de igual duración para un período de retorno de 10 años. Estos coeficientes coinciden en buena medida con los sugeridos por Bell (1965). La tabla 3.1.2.4 presenta los coeficientes de frecuencia recomendados para el caso chileno.

Tabla 3.1.2.4 Coeficientes de Frecuencia para lluvias de igual duración

Ciudad (1)	**Periodo de Retorno**						
	2	**5**	**10**	**20**	**50**	**100**	**200**
Arica	0.55	0.82	1.00	1.17	1.14	1.56	1.81
Iquique	0.53	0.83	1.00	1.14	1.31	1.42	1.53
Antofagasta	0.53	0.83	1.00	1.18	1.42	1.60	1.78
Calama	0.58	0.85	1.00	1.12	1.22	1.36	1.50
San Pedro de Atacama	0.36	0.73	1.00	1.26	1.61	1.88	2.15
Copiapó	0.27	0.69	1.00	1.30	1.71	2.01	2.31
Vallenar	0.38	0.75	1.00	1.24	1.55	1.78	2.01
La Serena	0.49	0.80	1.00	1.19	1.44	1.62	1.80
Ovalle	0.42	0.75	1.00	1.28	1.69	2.03	2.37
Illapel	0.53	0.80	1.00	1.20	1.47	1.69	1.91

Valparaíso	0.58	0.83	1.00	1.17	1.39	1.56	1.73
Los Andes	0.56	0.82	1.00	1.18	1.43	1.61	1.79
San Antonio	0.58	0.83	1.00	1.17	1.39	1.56	1.73
Santiago	0.55	0.82	1.00	1.18	1.43	1.63	1.83
Rancagua (Rengo)	0.64	0.86	1.00	1.13	1.31	1.43	1.55
Talca (San Luis)	0.62	0.85	1.00	1.14	1.33	1.48	1.63
Curicó	0.62	0.85	1.00	1.14	1.33	1.48	1.63
Linares	0.62	0.85	1.00	1.14	1.33	1.48	1.63
Constitución	0.62	0.85	1.00	1.14	1.33	1.48	1.63
Concepción	0.63	0.85	1.00	1.14	1.32	1.46	1.60
Chillan	0.69	0.88	1.00	1.11	1.25	1.35	1.45
Temuco	0.67	0.87	1.00	1.12	1.27	1.39	1.51
Pto.Montt	0.72	0.89	1.00	1.10	1.22	1.31	1.40
Valdivia	0.70	0.89	1.00	1.11	1.24	1.34	1.44
Ancud (2)	0.65	0.86	1.00	1.14	1.31	1.44	1.57
Castro (2)	0.65	0.86	1.00	1.14	1.31	1.44	1.57
Pto Cisnes (2)	0.65	0.86	1.00	1.14	1.31	1.44	1.57
Coyhaique (2)	0.65	0.86	1.00	1.14	1.31	1.44	1.57
Pto. Aysén (2)	0.65	0.86	1.00	1.14	1.31	1.44	1.57
Chile Chico (2)	0.65	0.86	1.00	1.14	1.31	1.44	1.57
Pta. Arenas (2)	0.65	0.86	1.00	1.14	1.31	1.44	1.57
Pto. Williams (2)	0.65	0.86	1.00	1.14	1.31	1.44	1.57

(1) Valores obtenidos de la publicación de la D.G.A. sobre “Precipitaciones Máximas de 1, 2 y 3 días” para tormentas de 1 día.

(2) Como no se dispone de valores calculados para estas ciudades, se propone usar los valores promedios obtenidos del análisis de los registros de varias localidades (Manual de Carreteras M.O.P.)

La información anterior puede utilizarse para estimar las curvas IDF en un lugar, en base a la lluvia máxima diaria de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P_t^T = 1.1 PD^{10}\ CD_t\ CF^T$$

En que:

P^T_t Lluvia con período de retorno de T años y duración de t horas.

PD^{10} Lluvia máxima diaria (8 AM a 8AM) de 10 años de período de retorno.

CD_t Coeficiente de duración pata t horas (entre 1 y 24 horas).

CF^T Coeficiente de frecuencia para T años de período de retorno.

Esta expresión es válida para lluvias de 1 a 24 horas de duración en la zona estudiada. La aplicación del método, solo requiere realizar un análisis de frecuencia de las lluvias diarias, para calcular la lluvia máxima con 10 años de período de retorno, o bien elegir el valor pertinente de los mapas publicados por la Dirección General de Aguas. Posteriormente, se seleccionan los coeficientes de duración y de frecuencia que sean aplicables al lugar de interés. El procedimiento es utilizable en la zona central y sur de Chile y entrega estimaciones de lluvia razonables para diseños hidráulicos en áreas con información escasa, utilizando los valores de las Tablas 3.1.2.3 y 3.1.2.4

Tabla 3.1.2.5 Coeficientes de duración para lluvias de menos de 1 hora.

Duración (minutos)	Coef. De Duración
5	0.31
10	0.46
15	0.56
20	0.64
30	0.76
40	0.86
50	0.94
60	1.00

Estos valores son válidos para todo el territorio nacional a menos que se disponga de información pluviográfica que permita estimar otros coeficientes más precisos para cada lugar.

B. ANEXO 2

Tabla 3.702.503.A: Coeficiente de escurrimiento

Tipo de Terreno	Coeficiente de Escurrimiento
Pavimentos de adoquín	0.50-0.70
Pavimentos asfálticos	0.70-0.95
Pavimentos de concreto	0.80-0.95
Suelo arenoso con vegetación y pendiente 2%-7%	0.15-0.20
Suelo arcilloso con pasto y pendiente 2%-7%	0.25-0.65
Zonas de cultivo	0.20-0.40

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas Dirección de Vialidad, 2015)

A. ANEXO 3

Periodo de Retorno	Caudal (m3/s)	Cota eje hidraulico (m)	Profundidad de escurrimiento (m)	Cota altura critica (m)	Bernoulli (m)	Gradiente hidraulico	Velocidad (m/s)	Sección de escurrimiento (m2)	Ancho superficial (m)	Número de Froude
T=5 años	148.45	978.88	980.9	981.37	982.49	0.045019	5.59	26.57	19.92	1.54
T=5 años	148.45	977.07	980.37	980.47	981.49	0.020449	4.69	32.14	18.06	1.05
T=5 años	148.45	974.6	976.62	977.56	979.66	0.080557	7.72	19.23	13.08	2.03
T=5 años	148.45	972.98	976.3	976.52	977.43	0.02712	4.73	31.4	19.4	1.19
T=5 años	148.45	970.62	973.06	973.75	975.31	0.075075	6.65	22.31	18.44	1.93
T=5 años	148.45	969.56	972.19	972.38	973.27	0.02503	4.6	32.27	20.28	1.16
T=5 años	148.45	967.42	970.48	970.83	971.9	0.030089	5.27	28.16	15.59	1.25
T=5 años	148.45	966.44	968.63	969.06	970.2	0.038325	5.56	26.69	17.34	1.43
T=5 años	148.45	963.89	966.48	967.3	968.62	0.054358	6.47	22.93	15.24	1.68
T=5 años	148.45	961.63	964.4	965.06	966.31	0.039547	6.13	24.75	18.65	1.44
T=5 años	148.45	960.23	963.08	963.56	964.55	0.031182	5.64	30.63	22.53	1.3
T=5 años	148.45	957.92	960.5	961.22	962.58	0.051287	6.39	23.24	14.97	1.64
T=5 años	148.45	956.94	959.55	959.94	961.13	0.035561	5.57	26.63	15.37	1.35
T=5 años	148.45	955.85	959.18	959.23	960.43	0.020483	4.95	29.98	12.87	1.04
T=5 años	148.45	954.63	957.63	958.01	959.21	0.029506	5.57	26.67	13.28	1.25
T=5 años	148.45	952.77	955.93	956.36	957.66	0.032254	5.84	25.43	12.51	1.31
T=5 años	148.45	951.48	955.31	955.31	956.58	0.019529	4.99	29.81	12.07	1
T=5 años	148.45	949.7	952.16	953	954.86	0.074223	7.27	20.42	14.42	1.95
T=5 años	148.45	947.56	950.57	951.03	952.25	0.03782	5.75	25.83	15.31	1.41
T=5 años	148.45	945.87	948.83	949.36	950.63	0.038973	6.23	27.14	17.52	1.35
T=5 años	148.45	944.59	948.12	948.25	949.39	0.021848	5	29.69	13.56	1.08
T=5 años	148.45	943.31	945.66	946.31	947.74	0.054592	6.39	23.23	14.88	1.63
T=5 años	148.45	942.26	945.79	945.36	946.41	0.010209	3.48	42.65	19.7	0.76
T=5 años	148.45	941.03	944.86	944.86	946.03	0.018838	4.78	31.02	13.33	1

T=5 años	148.45	939.28	941.63	942.5	944.42	0.065305	7.4	20.05	12.08	1.83
T=5 años	148.45	938.09	941.33	941.5	942.59	0.022392	4.98	29.83	14.51	1.11
T=5 años	148.45	936.44	940.4	940.46	941.52	0.020581	4.69	31.74	15.73	1.04
T=5 años	148.45	935.23	938.25	938.83	940.15	0.038276	6.34	26.62	19	1.46
T=5 años	148.45	933.88	936.11	936.72	938.05	0.046298	6.44	26.59	22.41	1.59
T=5 años	148.45	933.5	936.21	936.32	937.06	0.020881	4.54	40.08	29.33	1.09
T=5 años	148.45	932.99	934.58	934.89	935.69	0.037544	5.02	35.43	36.52	1.42
T=5 años	148.45	929.96	932.6	932.91	933.71	0.041981	4.65	31.94	29.15	1.42
T=5 años	148.45	927.85	930.89	931.12	932.12	0.024862	4.91	30.22	16.94	1.17
T=5 años	148.45	926.39	929.18	929.59	930.69	0.033448	5.43	27.33	16.61	1.35
T=5 años	148.45	924.42	927.65	927.98	929.11	0.029361	5.36	27.72	14.98	1.26
T=5 años	148.45	923.25	925.16	925.75	927.16	0.054284	6.26	23.71	16.44	1.66
T=5 años	148.45	921.47	923.39	923.94	925.19	0.029711	5.95	24.96	20.89	1.74
T=5 años	148.45	919.84	921.73	922.31	923.69	0.030074	6.2	23.94	17.99	1.72
T=5 años	148.45	917.71	919.81	920.47	922.05	0.03617	6.63	22.39	18.12	1.9
T=5 años	148.45	916.05	918.22	918.84	920.33	0.032433	6.43	23.08	18.02	1.81
T=5 años	148.45	913.95	916.7	917.31	918.72	0.0321	6.28	23.63	17.9	1.75
T=5 años	148.45	912.52	914.65	915.37	917.06	0.034309	6.88	21.59	15.97	1.89
T=5 años	148.45	911.26	913.6	914.15	915.51	0.027492	6.12	24.25	17.95	1.68
T=5 años	148.45	909.95	912.09	912.67	914.03	0.031916	6.18	24.04	18.42	1.73
T=5 años	148.45	908.95	910.81	911.66	913.97	0.068742	7.88	18.83	17.94	2.46
T=5 años	148.45	908.16	910.38	910.83	911.96	0.024648	5.57	26.64	19.48	1.52
T=5 años	148.45	907.16	909.02	909.82	911.9	0.061613	7.53	19.73	18.27	2.31
T=5 años	148.45	906.91	909.09	909.4	910.33	0.018843	4.94	30.03	23.16	1.39
T=5 años	148.45	905.25	907.07	907.7	909.15	0.029822	6.38	23.26	16.95	1.74
T=5 años	148.45	903.48	905.88	906.41	907.69	0.028348	5.96	24.93	18.12	1.62
T=5 años	148.45	902.48	904.57	905.42	907.64	0.063626	7.76	19.14	17.2	2.35
T=5 años	148.45	901.62	903.91	904.56	906.04	0.031675	6.47	22.94	17.03	1.78
T=5 años	148.45	898.87	900.04	900.66	902.28	0.060195	6.63	22.4	27.47	2.34
T=5 años	148.45	895.89	898.17	898.66	899.59	0.022609	5.37	30.38	45.91	1.43

T=5 años	148.45	894.89	896.83	897.6	899.54	0.055341	7.3	20.33	17.91	2.19
T=5 años	148.45	892.55	894.69	895.2	896.49	0.030793	5.94	24.98	18.55	1.63
T=5 años	148.45	891.55	893.36	894.2	896.43	0.068668	7.76	19.13	17.64	2.38
T=5 años	148.45	888.75	891.51	892.18	893.51	0.027878	6.26	23.7	17.14	1.7
T=5 años	148.45	887.98	890.1	890.66	891.86	0.0286	5.88	25.25	18.77	1.62
T=5 años	148.45	886.98	888.8	889.64	891.81	0.064332	7.69	19.32	17.68	2.35
T=5 años	148.45	885.59	887.02	887.78	889.67	0.048262	7.21	20.6	17.75	2.14
T=5 años	148.45	883.56	885.4	886.03	887.58	0.035941	6.55	22.67	17.88	1.86
T=5 años	148.45	881.91	883.43	884.11	885.74	0.037532	6.74	22.03	17.65	1.92
T=5 años	148.45	880.86	882.51	883	884.22	0.024791	5.79	25.62	18.05	1.55
T=5 años	148.45	879.13	881.13	881.63	882.87	0.02611	5.85	25.37	18.19	1.58
T=5 años	148.45	877.13	878.64	879.41	881.29	0.044198	7.22	20.56	16.85	2.09
T=5 años	148.45	875.51	877.6	878.21	879.65	0.024819	6.34	23.4	14.71	1.61
T=5 años	148.45	874.39	876.28	876.89	878.33	0.028209	6.35	23.39	16.58	1.71
T=5 años	148.45	873.47	875.73	876.14	877.17	0.018982	5.32	27.88	19.55	1.42
T=5 años	148.45	872.18	874.21	874.76	876.11	0.02318	6.1	24.32	14.51	1.51
T=5 años	148.45	871.02	872.93	873.53	874.9	0.02519	6.22	23.87	15.49	1.6
T=5 años	148.45	869.9	871.71	872.29	873.63	0.025748	6.14	24.18	16.76	1.63
T=5 años	148.45	868.53	870.64	871.18	872.43	0.022648	5.92	25.08	16.77	1.55
T=5 años	148.45	867.35	869.27	869.86	871.23	0.025526	6.2	23.94	16.25	1.63
T=5 años	148.45	866.06	868.21	868.77	870.05	0.021806	6	24.72	15.57	1.52
T=5 años	148.45	864.78	866.57	867.21	868.73	0.031994	6.51	22.79	17.18	1.8
T=5 años	148.45	863.66	865.95	866.36	867.5	0.019069	5.51	26.92	17.38	1.41
T=5 años	148.45	862.49	864.42	864.99	866.38	0.027094	6.2	23.96	17.19	1.68
T=5 años	148.45	861.38	863.21	863.74	865.05	0.025901	6.01	24.68	17.5	1.62
T=5 años	148.45	860.39	862.42	862.81	863.9	0.018335	5.38	27.57	17.83	1.38
T=5 años	148.45	859.03	861.23	861.71	862.89	0.02249	5.7	26.02	17.94	1.51
T=5 años	148.45	858.01	860	860.5	861.72	0.02438	5.82	25.52	18.03	1.56
T=5 años	148.45	856.93	858.88	859.35	860.55	0.022416	5.72	25.94	18.32	1.53
T=5 años	148.45	855.61	857.52	858.08	859.36	0.025549	6	24.75	18.08	1.64

T=5 años	148.45	854.53	856.66	857.11	858.27	0.020797	5.62	26.42	18.05	1.48
T=5 años	148.45	853.93	855.93	856.26	857.32	0.017068	5.22	28.43	18.56	1.35
T=5 años	148.45	852.11	854.12	854.75	856.21	0.029712	6.41	23.16	16.98	1.75
T=5 años	148.45	851.3	853.06	853.57	854.85	0.024519	5.94	25	17.65	1.59
T=5 años	148.45	849.75	851.69	852.24	853.58	0.026583	6.1	24.33	17.77	1.66
T=5 años	148.45	848.33	850.24	850.82	852.21	0.028227	6.23	23.82	17.63	1.71
T=5 años	148.45	847.21	849.81	850	851.13	0.016839	5.09	29.17	20.02	1.35
T=5 años	148.45	846.78	848.18	848.87	850.46	0.042949	6.69	22.21	20.75	2.06
T=5 años	148.45	846.27	847.9	848.44	849.64	0.026914	5.83	25.45	20.05	1.65
T=5 años	148.45	845.32	847.34	847.66	848.57	0.017145	4.91	30.24	22.48	1.35
T=5 años	148.45	844.96	847.14	847.24	848.05	0.010809	4.22	35.15	23.06	1.09
T=5 años	148.45	844.15	845.8	846.24	847.29	0.022716	5.41	27.43	21.77	1.54
T=5 años	148.45	843.49	845.69	845.74	846.55	0.009884	4.1	36.17	23.12	1.05
T=5 años	148.45	842.92	844.51	844.9	845.86	0.020813	5.14	28.87	23.21	1.47
T=5 años	148.45	842.16	843.86	844.13	844.95	0.016247	4.62	32.13	25.28	1.31
T=5 años	148.45	841.57	843.74	843.23	844.08	0.003332	2.58	57.48	32.08	0.62
T=5 años	148.45	841.24	843.25	843.25	843.94	0.009096	3.68	40.46	30.84	0.99
T=5 años	148.45	840.37	842.39	842.66	843.53	0.014497	4.74	31.29	21.35	1.25
T=5 años	148.45	839.79	841.29	841.69	842.65	0.021908	5.16	28.77	23.95	1.5
T=5 años	148.45	839.22	841.52	841.52	842.28	0.009204	3.88	38.23	25.33	1.01
T=5 años	148.45	837.89	840.41	840.71	841.71	0.014325	5.04	29.45	17.51	1.24
T=5 años	148.45	837.09	839.11	839.65	840.76	0.026005	5.68	26.12	21.32	1.64
T=5 años	148.45	836.57	838.4	838.75	839.64	0.019025	4.94	30.08	24.11	1.41
T=5 años	148.45	835.75	837.87	838.06	838.84	0.013647	4.37	34.01	25.56	1.21
T=5 años	148.45	834.93	837.33	837.47	838.19	0.012359	4.1	36.23	27.85	1.15
T=5 años	148.45	834.23	836.7	836.83	837.58	0.011748	4.16	35.69	25.7	1.13
T=5 años	148.45	833.69	835.26	835.72	836.74	0.025217	5.4	27.47	23.78	1.6
T=5 años	148.45	832.48	835.23	835.32	836.1	0.010885	4.15	35.79	24.25	1.09
T=5 años	148.45	831.95	833.91	834.34	835.36	0.021722	5.33	27.83	21.85	1.51
T=5 años	148.45	831.28	833.3	833.58	834.42	0.016067	4.7	31.59	23.91	1.31

T=5 años	148.45	830.65	833.52	832.97	833.93	0.003803	2.84	52.25	28.4	0.67
T=5 años	148.45	829.94	832.84	832.75	833.66	0.00771	4	37.1	19.94	0.94
T=5 años	148.45	829.44	832.31	832.31	833.24	0.009001	4.29	34.62	18.63	1
T=5 años	148.45	828.26	830.69	831.24	832.53	0.024119	6.01	24.68	16.39	1.56
T=5 años	148.45	828.1	831.01	831.01	831.95	0.009319	4.3	34.53	18.67	1.01
T=5 años	148.45	827.82	829.41	829.97	831.17	0.028907	5.88	25.23	21.16	1.72
T=5 años	148.45	827.34	829.89	829.39	830.27	0.003822	2.74	54.23	32.66	0.67
T=5 años	148.45	826.67	829.17	829.17	829.98	0.009092	4.01	37.06	23.04	1.01
T=5 años	148.45	825.99	827.63	828.14	829.22	0.029702	5.58	26.59	24.89	1.72
T=5 años	148.45	825.22	827.98	827.63	828.47	0.005053	3.1	47.84	28.3	0.76
T=5 años	148.45	824.7	827.35	827.35	828.14	0.009178	3.92	37.87	24.62	1.01
T=5 años	148.45	824.14	826.55	826.77	827.59	0.013371	4.52	32.86	22.9	1.2
T=5 años	148.45	823.65	825.72	826	826.86	0.0159	4.74	31.35	23.24	1.3
T=5 años	148.45	822.89	825.8	825.46	826.38	0.005241	3.36	44.2	23.42	0.78
T=5 años	148.45	822.24	825.19	825.19	826.03	0.009179	4.08	36.4	21.91	1.01
T=5 años	148.45	821.83	824.28	824.53	825.47	0.014169	4.82	30.81	20.13	1.24
T=5 años	148.45	821.12	824.05	824.08	824.93	0.009372	4.15	35.78	21.18	1.02
T=5 años	148.45	820.59	823.25	823.43	824.4	0.01187	4.75	31.25	17.87	1.15
T=5 años	148.45	820.14	821.92	822.45	823.53	0.027522	5.62	26.41	23.01	1.67
T=5 años	148.45	819.19	820.86	821.29	822.28	0.022874	5.28	28.13	23.32	1.53
T=5 años	148.45	818.63	821.28	821.28	821.92	0.006965	3.73	44.6	35.37	0.89
T=5 años	148.45	818.31	820.29	820.7	821.68	0.024766	5.23	28.4	25.4	1.58
T=5 años	148.45	817.15	819.9	820.16	821.13	0.013973	4.92	30.19	18.72	1.24
T=5 años	148.45	816.48	818.33	818.91	820.15	0.028933	5.99	24.79	20.22	1.73
T=5 años	148.45	815.84	818.64	818.64	819.57	0.009145	4.26	34.82	19.19	1.01
T=5 años	148.45	815.32	817.13	817.65	818.84	0.026125	5.79	25.64	20.39	1.65
T=5 años	148.45	814.7	817.42	817.42	818.22	0.00889	3.97	37.4	23.17	1
T=5 años	148.45	813.62	815.76	816.29	817.5	0.026719	5.85	25.38	19.97	1.66
T=5 años	148.45	813.62	816.59	815.98	816.93	0.003335	2.61	56.98	30.64	0.61
T=5 años	148.45	812.98	816.23		816.75	0.004079	3.2	46.43	21.51	0.69

T=5 años	148.45	812.62	816.22		816.58	0.002554	2.66	55.75	24.05	0.56
T=5 años	148.45	812.04	815.14	815.14	816.35	0.00992	4.88	30.42	12.68	1.01
T=5 años	148.45	811.6	815.05	814.47	815.62	0.004209	3.33	44.56	19.25	0.7
T=5 años	148.45	811.27	814.24	814.24	815.31	0.00948	4.58	32.42	15.34	1.01
T=5 años	148.45	810.91	812.85	813.38	814.58	0.023866	5.83	25.48	18.54	1.59
T=5 años	148.45	810.48	812.26	812.61	813.53	0.018338	4.98	29.8	22.8	1.39
T=5 años	148.45	809.16	811.55	811.44	811.95	0.008048	2.81	52.83	51.81	0.89
T=5 años	148.45	808.72	810.85	810.85	811.52	0.009291	3.62	41.05	30.72	1
T=5 años	148.45	807.81	810.16	810.32	810.96	0.014251	3.95	37.61	33.93	1.2
T=5 años	148.45	806.99	809.81	809.42	810.06	0.002744	2.32	70.75	50.85	0.56
T=5 años	148.45	806.58	809.21	809.21	809.81	0.010589	3.44	43.18	36.8	1.01
T=5 años	148.45	805.25	806.04	806.7	808.52	0.082891	6.98	21.28	30.98	2.69
T=5 años	148.45	804.03	807.31	806.39	807.45	0.001055	1.73	97.66	61.69	0.37
T=5 años	148.45	804.26	806.68	806.6	807.33	0.007629	3.56	41.68	27.17	0.92
T=5 años	148.45	803.47	806.79	806.31	807.1	0.002933	2.65	64.75	43.55	0.56
T=5 años	148.45	803.2	806.3	805.94	806.9	0.005415	3.43	43.31	22.39	0.79
T=5 años	148.45	802.54	805.51	805.51	806.55	0.009136	4.51	32.91	16.16	1.01
T=5 años	148.45	801.52	803.97	804.55	805.85	0.023054	6.07	24.44	15.84	1.56
T=5 años	148.45	801.28	804.58	804.21	805.17	0.005155	3.43	43.34	21.82	0.78
T=5 años	148.45	800.68	804.8	803.32	805.04	0.001361	2.16	68.87	25.04	0.41
T=5 años	148.45	800.62	804.56	803.31	804.92	0.002133	2.67	55.63	19.32	0.5
T=5 años	148.45	799.61	804.57	802.3	804.84	0.001276	2.29	64.88	14.98	0.35
T=5 años	148.45	799.1	804.59	802.04	804.79	0.000856	1.98	74.92	17.92	0.31
T=5 años	148.45	800.19	803.49	803.49	804.67	0.00993	4.82	30.77	13.2	1.01
T=5 años	148.45	798.35	800.1	801.19	803.67	0.055156	8.37	17.73	12.52	2.25
T=5 años	148.45	798.05	799.99	800.56	801.89	0.023989	6.11	24.31	16.15	1.59
T=5 años	148.45	797.27	800.59	799.49	800.89	0.001849	2.43	62.29	27.67	0.48
T=5 años	148.45	796.48	800.24		800.77	0.003172	3.23	46.92	20.51	0.59
T=5 años	148.45	795.99	800.41	798.77	800.66	0.002031	2.4	69.98	31.04	0.37
T=5 años	148.45	796.84	799.73	799.73	800.5	0.005824	4.14	42.67	29.67	0.83

T=5 años	148.45	794.73	796.93	797.94	799.89	0.034919	7.62	19.48	10.39	1.78
T=5 años	148.45	794.34	796.74	797.27	798.55	0.020227	5.97	24.85	14.04	1.43
T=5 años	148.45	793.49	796.1	796.46	797.66	0.015749	5.54	26.8	13.65	1.26
T=5 años	148.45	791.79	795.94	794.49	796.26	0.001577	2.52	61.46	24.4	0.44
T=5 años	148.45	791.59	795.96		796.21	0.001393	2.25	67.26	26.29	0.42
T=5 años	148.45	792.33	795.03	795.03	796.06	0.009448	4.51	32.94	16.17	1.01
T=5 años	148.45	791.52	794.06	794.38	795.45	0.015825	5.22	28.43	16.74	1.28
T=5 años	148.45	791.45	793.47	793.76	794.64	0.016285	4.8	30.91	22.78	1.32
T=5 años	148.45	790.83	793.11	793.2	794.14	0.010804	4.51	32.9	18.79	1.09
T=5 años	148.45	790.55	793.21	792.85	793.67	0.005271	2.99	49.6	31.41	0.76
T=5 años	148.45	789.85	792.59	792.59	793.32	0.009504	3.78	39.29	27.13	1
T=5 años	148.45	789.46	792.12	792.07	792.84	0.00829	3.76	39.49	24.97	0.95
T=5 años	148.45	788.79	791.41	791.41	792.4	0.009125	4.41	33.63	16.95	1
T=5 años	148.45	788.28	790.74	790.92	791.88	0.011843	4.73	31.39	18.03	1.14
T=5 años	148.45	788.19	790.15	790.39	791.24	0.013842	4.73	32.06	22.04	1.23
T=5 años	148.45	787.71	790.3	790.03	790.84	0.005758	3.26	45.47	27.34	0.81
T=5 años	148.45	787.48	789.76	789.76	790.47	0.00991	3.74	39.72	28.76	1.02
T=5 años	148.45	786.74	787.66	788.1	789.23	0.06913	5.55	26.75	47.97	2.37
T=5 años	148.45	785.08	786.28	786.5	787	0.032295	3.81	40.22	78.88	1.62
T=5 años	148.45	783.99	785.31	785.43	785.9	0.015972	3.41	43.6	54.08	1.21

Periodo de Retorno	Caudal (m3/s)	Cota eje hidraulico (m)	Profundidad de escurrimiento (m)	Cota altura critica (m)	Bernoulli (m)	Gradiente hidraulico	Velocidad (m/s)	Sección de escurrimiento (m2)	Ancho superficial (m)	Número de Froude
T=10 años	215.52	978.88	981.28	981.89	983.28	0.045019	6.28	34.34	21.48	1.58
T=10 años	215.52	977.07	980.93	981.11	982.3	0.019381	5.24	43.18	21.55	1.05
T=10 años	215.52	974.6	977.12	978.22	980.61	0.071576	8.28	26.03	14.35	1.96

T=10 años	215.52	972.98	976.65	977.05	978.24	0.032187	5.59	38.57	21.08	1.32
T=10 años	215.52	970.62	973.47	974.28	976.04	0.063757	7.09	30.38	20.03	1.84
T=10 años	215.52	969.56	972.61	972.89	974	0.027487	5.23	41.19	22.8	1.24
T=10 años	215.52	967.42	971.1	971.5	972.68	0.025475	5.58	39.6	21.8	1.2
T=10 años	215.52	966.44	969.03	969.63	971.1	0.040516	6.37	33.81	18.47	1.5
T=10 años	215.52	963.89	966.94	967.8	969.51	0.050988	7.11	30.92	23.74	1.68
T=10 años	215.52	961.63	964.82	965.58	967.21	0.041496	6.97	34.09	24.28	1.51
T=10 años	215.52	960.23	963.44	964.1	965.32	0.034266	6.49	39.83	29.28	1.39
T=10 años	215.52	957.92	960.96	961.72	963.35	0.045449	6.93	33.78	27.64	1.59
T=10 años	215.52	956.94	960.07	960.55	962.02	0.033774	6.19	34.83	16.19	1.35
T=10 años	215.52	955.85	959.89	959.98	961.39	0.020301	5.42	39.75	14.67	1.05
T=10 años	215.52	954.63	958.21	958.72	960.17	0.030163	6.21	34.73	14.77	1.29
T=10 años	215.52	952.77	956.55	957.1	958.64	0.031248	6.4	33.65	13.78	1.31
T=10 años	215.52	951.48	956.08	956.08	957.62	0.017356	5.53	39.79	14.26	0.97
T=10 años	215.52	949.7	952.55	953.6	956.02	0.075975	8.25	26.12	15.31	2.02
T=10 años	215.52	947.56	950.98	951.64	953.22	0.042055	6.62	32.56	16.97	1.52
T=10 años	215.52	945.87	949.29	949.95	951.5	0.039927	7.01	35.56	18.56	1.38
T=10 años	215.52	944.59	948.84	948.95	950.31	0.019691	5.39	40.12	15.76	1.05
T=10 años	215.52	943.31	946.09	946.93	948.75	0.0558	7.23	29.8	16	1.69
T=10 años	215.52	942.26	946.65	945.95	947.29	0.00799	3.55	60.78	22.61	0.69
T=10 años	215.52	941.03	945.6	945.6	946.96	0.018074	5.16	41.75	15.45	1
T=10 años	215.52	939.28	942.16	943.2	945.44	0.060893	8.02	26.88	13.43	1.81
T=10 años	215.52	938.09	941.84	942.18	943.52	0.025343	5.75	37.51	16.04	1.2
T=10 años	215.52	936.44	940.99	941.09	942.4	0.019673	5.28	41.39	17.09	1.04
T=10 años	215.52	935.23	938.67	939.41	941.05	0.038162	7.22	34.92	20.51	1.51
T=10 años	215.52	933.88	936.45	937.24	938.91	0.048788	7.37	34.97	25.73	1.67
T=10 años	215.52	933.5	936.45	936.75	937.74	0.027086	5.63	47.37	30.75	1.27
T=10 años	215.52	932.99	934.89	935.24	936.21	0.034871	5.57	46.67	37.81	1.42
T=10 años	215.52	929.96	932.91	933.31	934.29	0.042472	5.2	41.44	32.31	1.47
T=10 años	215.52	927.85	931.58	931.72	932.87	0.020551	5.03	42.86	20.06	1.1

T=10 años	215.52	926.39	929.64	930.18	931.53	0.035331	6.1	35.31	18.72	1.42
T=10 años	215.52	924.42	928.24	928.63	929.96	0.027924	5.82	37.02	16.84	1.25
T=10 años	215.52	923.25	925.57	926.33	928.09	0.052394	7.03	30.67	17.09	1.67
T=10 años	215.52	921.47	923.69	924.42	926.09	0.031197	6.87	31.38	21.79	1.83
T=10 años	215.52	919.84	922.11	922.85	924.59	0.028673	6.98	30.89	18.33	1.72
T=10 años	215.52	917.71	920.16	921.01	923.02	0.03481	7.49	28.78	18.41	1.91
T=10 años	215.52	916.05	918.56	919.39	921.33	0.032697	7.37	29.24	18.29	1.86
T=10 años	215.52	913.95	917.05	917.85	919.7	0.032442	7.21	29.9	18.21	1.8
T=10 años	215.52	912.52	915.03	915.91	918.02	0.034763	7.66	28.14	17.79	1.94
T=10 años	215.52	911.26	913.96	914.71	916.45	0.027814	6.99	30.83	18.45	1.73
T=10 años	215.52	909.95	912.44	913.2	914.97	0.031617	7.04	30.59	18.73	1.76
T=10 años	215.52	908.95	911.15	912.2	914.9	0.058157	8.58	25.12	18.14	2.33
T=10 años	215.52	908.16	910.69	911.35	912.88	0.027701	6.57	32.82	20.31	1.65
T=10 años	215.52	907.16	909.37	910.37	912.82	0.052997	8.23	26.17	18.47	2.21
T=10 años	215.52	906.91	909.35	909.86	911.16	0.022512	5.96	36.15	23.81	1.54
T=10 años	215.52	905.25	907.53	908.25	909.95	0.025715	6.89	31.28	17.81	1.66
T=10 años	215.52	903.48	906.26	906.96	908.6	0.028152	6.79	31.74	18.47	1.65
T=10 años	215.52	902.48	904.94	905.98	908.55	0.053623	8.42	25.61	17.48	2.22
T=10 años	215.52	901.62	904.26	905.09	907.05	0.032404	7.4	29.14	17.72	1.84
T=10 años	215.52	898.87	900.25	901.08	903.2	0.061412	7.61	28.33	28.48	2.43
T=10 años	215.52	895.89	898.36	898.87	900.19	0.026779	6.3	42.24	77.44	1.58
T=10 años	215.52	894.89	897.3	898.14	900.16	0.03895	7.49	28.76	18.05	1.89
T=10 años	215.52	892.55	895.01	895.74	897.47	0.032706	6.94	31.04	18.64	1.72
T=10 años	215.52	891.55	893.71	894.77	897.42	0.059875	8.53	25.27	17.7	2.28
T=10 años	215.52	888.75	891.88	892.66	894.33	0.033641	6.94	31.05	22.3	1.88
T=10 años	215.52	887.98	890.56	891.42	892.62	0.025673	6.36	33.9	20.29	1.57
T=10 años	215.52	886.98	889.21	890.18	892.57	0.049619	8.12	26.53	17.8	2.12
T=10 años	215.52	885.59	887.35	888.34	890.73	0.046108	8.14	26.48	17.81	2.13
T=10 años	215.52	883.56	885.72	886.59	888.65	0.037244	7.58	28.42	17.96	1.92
T=10 años	215.52	881.91	883.77	884.68	886.78	0.037215	7.69	28.03	17.75	1.95

T=10 años	215.52	880.86	882.85	883.54	885.2	0.026735	6.79	31.76	18.16	1.64
T=10 años	215.52	879.13	881.5	882.15	883.79	0.026353	6.71	32.12	18.44	1.62
T=10 años	215.52	877.13	879.02	879.97	882.27	0.040122	7.99	26.97	17.17	2.04
T=10 años	215.52	875.51	878.03	878.84	880.68	0.025431	7.2	29.92	15.43	1.65
T=10 años	215.52	874.39	876.66	877.46	879.32	0.028918	7.23	29.81	17.44	1.76
T=10 años	215.52	873.47	876.05	876.67	878.04	0.022292	6.24	34.55	21.51	1.57
T=10 años	215.52	872.18	874.79	875.4	876.97	0.020181	6.54	32.94	15.6	1.44
T=10 años	215.52	871.02	873.38	874.13	875.85	0.024762	6.96	30.98	16.39	1.61
T=10 años	215.52	869.9	872.1	872.85	874.57	0.026149	6.97	30.93	17.57	1.68
T=10 años	215.52	868.53	871.05	871.72	873.35	0.022889	6.71	32.11	17.53	1.58
T=10 años	215.52	867.35	869.7	870.42	872.15	0.025031	6.94	31.06	17.16	1.65
T=10 años	215.52	866.06	868.66	869.32	870.95	0.022765	6.71	32.11	17.42	1.58
T=10 años	215.52	864.78	866.96	867.77	869.65	0.030325	7.27	29.66	17.72	1.79
T=10 años	215.52	863.66	866.34	866.92	868.42	0.020244	6.38	33.77	17.84	1.48
T=10 años	215.52	862.49	864.84	865.59	867.28	0.025395	6.92	31.13	17.37	1.65
T=10 años	215.52	861.38	863.59	864.29	865.97	0.02643	6.85	31.48	18.1	1.66
T=10 años	215.52	860.39	862.82	863.33	864.77	0.019503	6.19	34.84	18.62	1.44
T=10 años	215.52	859.03	861.65	862.25	863.74	0.021544	6.4	33.7	18.47	1.51
T=10 años	215.52	858.01	860.39	861.03	862.59	0.024449	6.57	32.78	18.85	1.59
T=10 años	215.52	856.93	859.27	859.91	861.42	0.022472	6.5	33.18	18.9	1.56
T=10 años	215.52	855.61	857.91	858.63	860.22	0.025567	6.73	32.01	19.55	1.68
T=10 años	215.52	854.53	857.06	857.68	859.13	0.020977	6.36	33.87	18.89	1.52
T=10 años	215.52	853.93	856.33	857.07	858.16	0.017497	5.99	35.98	18.86	1.38
T=10 años	215.52	852.11	854.54	855.29	857.08	0.02753	7.06	30.54	17.86	1.72
T=10 años	215.52	851.3	853.44	854.13	855.78	0.02437	6.77	31.85	17.79	1.61
T=10 años	215.52	849.75	852.06	852.79	854.5	0.026499	6.93	31.12	18.29	1.7
T=10 años	215.52	848.33	850.61	851.37	853.14	0.028044	7.05	30.55	18.28	1.74
T=10 años	215.52	847.21	850	850	850.57	0.00692	3.34	64.61	42.77	0.87
T=10 años	215.52	846.78	849.13	849.35	850.33	0.012302	4.86	44.39	26.02	1.19
T=10 años	215.52	846.27	848.64	848.94	850.01	0.013952	5.19	41.55	23.75	1.25

T=10 años	215.52	845.32	847.74	848.17	849.24	0.016843	5.43	39.66	24.92	1.37
T=10 años	215.52	844.96	847.72	847.76	848.68	0.009403	4.35	49.52	27.79	1.04
T=10 años	215.52	844.15	846.18	846.74	847.99	0.021484	5.96	36.16	23.7	1.54
T=10 años	215.52	843.49	846.08	846.25	847.22	0.011029	4.74	45.51	25.63	1.13
T=10 años	215.52	842.92	844.91	845.4	846.51	0.019264	5.61	38.45	25.55	1.46
T=10 años	215.52	842.16	844.2	844.58	845.6	0.017024	5.24	41.16	28.07	1.37
T=10 años	215.52	841.57	843.13	843.6	844.76	0.026425	5.67	38.04	31.78	1.65
T=10 años	215.52	841.24	843.59	843.67	844.5	0.009168	4.25	51.94	33.93	1.03
T=10 años	215.52	840.37	843.02	843.14	844.15	0.010331	4.7	45.87	24.49	1.1
T=10 años	215.52	839.79	841.6	842.14	843.39	0.023367	5.94	36.26	25.56	1.59
T=10 años	215.52	839.22	842	842	842.9	0.008634	4.2	51.37	28.85	1
T=10 años	215.52	837.89	841.1	841.29	842.41	0.011059	5.08	42.38	20.32	1.12
T=10 años	215.52	837.09	839.43	840.15	841.57	0.027842	6.48	33.25	23.42	1.74
T=10 años	215.52	836.57	838.71	839.2	840.36	0.020883	5.69	37.88	26.26	1.51
T=10 años	215.52	835.75	838.21	838.56	839.48	0.014903	4.99	43.17	28.31	1.29
T=10 años	215.52	834.93	837.68	837.97	838.77	0.013287	4.62	46.61	31.54	1.21
T=10 años	215.52	834.23	837.21	837.33	838.15	0.01153	4.29	50.3	34.18	1.13
T=10 años	215.52	833.69	835.64	836.17	837.35	0.022657	5.79	37.24	26.8	1.57
T=10 años	215.52	832.48	835.76	835.81	836.71	0.009444	4.32	49.9	28.59	1.04
T=10 años	215.52	831.95	834.3	834.86	836.03	0.020934	5.81	37.07	24.83	1.52
T=10 años	215.52	831.28	833.66	834.04	835.08	0.016842	5.29	40.73	26.7	1.37
T=10 años	215.52	830.65	834.22	833.46	834.65	0.003297	2.9	74.35	35.21	0.64
T=10 años	215.52	829.94	833.38	833.28	834.4	0.007607	4.48	48.13	21.37	0.95
T=10 años	215.52	829.44	832.9	832.9	833.99	0.008653	4.62	46.64	21.76	1.01
T=10 años	215.52	828.26	831.18	831.8	833.34	0.021475	6.51	33.09	17.57	1.52
T=10 años	215.52	828.1	831.51	831.57	832.72	0.009557	4.86	44.32	20.08	1.04
T=10 años	215.52	827.82	829.76	830.45	831.94	0.028511	6.54	32.98	23.32	1.75
T=10 años	215.52	827.34	830.46	829.84	830.89	0.003231	2.91	75.57	39.85	0.63
T=10 años	215.52	826.67	829.68	829.68	830.64	0.008656	4.34	49.62	26.28	1.01
T=10 años	215.52	825.99	827.94	828.57	829.89	0.029959	6.18	34.85	28.14	1.77

T=10 años	215.52	825.22	828.49	828.11	829.08	0.004991	3.4	63.37	32.33	0.78
T=10 años	215.52	824.7	827.87	827.87	828.76	0.008682	4.18	51.58	29.23	1
T=10 años	215.52	824.14	827	827.27	828.23	0.012913	4.93	43.73	26	1.21
T=10 años	215.52	823.65	826.12	826.47	827.51	0.015951	5.23	41.19	26.33	1.34
T=10 años	215.52	822.89	826.35	825.96	827.06	0.005523	3.71	58.07	27.36	0.81
T=10 años	215.52	822.24	825.74	825.74	826.71	0.008734	4.37	49.36	25.57	1
T=10 años	215.52	821.83	824.77	825.09	826.17	0.013191	5.25	41.04	22.15	1.23
T=10 años	215.52	821.12	824.53	824.6	825.61	0.009612	4.6	46.86	24.11	1.05
T=10 años	215.52	820.59	823.97	824.12	825.1	0.01063	4.72	45.68	24.42	1.1
T=10 años	215.52	820.14	822.24	822.97	824.26	0.028698	6.3	34.21	25.91	1.75
T=10 años	215.52	819.19	821.2	821.73	822.98	0.023148	5.9	36.53	25.79	1.58
T=10 años	215.52	818.63	821.64	821.7	822.44	0.007421	4.24	58.39	41.29	0.94
T=10 años	215.52	818.31	820.72	821.14	822.2	0.019277	5.39	39.96	28.17	1.45
T=10 años	215.52	817.15	820.63	820.7	821.83	0.008442	4.87	45	21.91	1.02
T=10 años	215.52	816.48	818.62	819.4	821.08	0.032812	6.94	31.05	22.27	1.88
T=10 años	215.52	815.84	819.14	819.19	820.33	0.009294	4.83	44.66	20.35	1.04
T=10 años	215.52	815.32	817.51	818.16	819.59	0.024952	6.4	33.7	22.19	1.66
T=10 años	215.52	814.7	817.9	817.98	818.88	0.008532	4.39	49.05	25.28	1.01
T=10 años	215.52	813.62	816.17	816.8	818.2	0.024117	6.31	34.18	22.18	1.62
T=10 años	215.52	813.62	817.42	816.43	817.76	0.002203	2.57	83.71	33.25	0.52
T=10 años	215.52	812.98	817.09		817.63	0.003158	3.26	66.16	24.29	0.63
T=10 años	215.52	812.62	817.11		817.49	0.0021	2.73	78.99	28.25	0.52
T=10 años	215.52	812.04	815.96	815.96	817.29	0.009428	5.1	42.24	16.35	1.01
T=10 años	215.52	811.6	814.41	815.07	816.61	0.020966	6.56	32.84	17.39	1.52
T=10 años	215.52	811.27	814.87	814.87	816.19	0.009151	5.09	42.38	16.12	1
T=10 años	215.52	810.91	813.21	813.94	815.46	0.025348	6.65	32.43	20.17	1.67
T=10 años	215.52	810.48	812.56	813.05	814.31	0.020802	5.85	36.87	24.24	1.51
T=10 años	215.52	809.16	812.04	811.76	812.4	0.005216	2.66	81.12	62.48	0.74
T=10 años	215.52	808.72	811.26	811.26	812.06	0.008793	3.97	54.29	33.8	1
T=10 años	215.52	807.81	810.43	810.68	811.49	0.015697	4.56	47.27	36.91	1.29

T=10 años	215.52	806.99	810.21	809.7	810.51	0.002663	2.59	91.05	51.85	0.57
T=10 años	215.52	806.58	809.59	809.59	810.28	0.009888	3.68	58.62	43.7	1
T=10 años	215.52	805.25	806.28	807.06	809.07	0.067462	7.4	29.14	33.24	2.52
T=10 años	215.52	804.03	807.82	806.74	807.98	0.000973	1.9	129.82	64.48	0.36
T=10 años	215.52	804.26	807.73	807.19	807.91	0.00198	1.99	116.02	76.71	0.48
T=10 años	215.52	803.47	807.55	806.74	807.82	0.00189	2.55	100.37	52.79	0.47
T=10 años	215.52	803.2	807.06	806.53	807.67	0.004461	3.46	62.24	27.5	0.73
T=10 años	215.52	802.54	806.2	806.2	807.38	0.007842	4.82	45.51	21.72	0.97
T=10 años	215.52	801.52	804.42	805.15	806.74	0.023147	6.74	31.98	17.69	1.6
T=10 años	215.52	801.28	805.75	804.77	806.08	0.00211	2.67	93.67	60.29	0.52
T=10 años	215.52	800.68	805.82	803.87	806.01	0.000883	2.05	120.39	57.29	0.35
T=10 años	215.52	800.62	805.52	803.93	805.93	0.001859	2.84	78.24	31.04	0.48
T=10 años	215.52	799.61	805.45	802.93	805.84	0.001602	2.76	78.22	15.3	0.39
T=10 años	215.52	799.1	805.51	802.67	805.77	0.001073	2.3	99.57	38	0.33
T=10 años	215.52	800.19	804.2	804.2	805.64	0.009644	5.32	40.5	14.25	1.01
T=10 años	215.52	798.35	800.6	801.78	804.71	0.046755	8.99	23.97	12.8	2.1
T=10 años	215.52	798.05	800.34	801.2	802.93	0.026833	7.13	30.23	17.16	1.71
T=10 años	215.52	797.27	801.17	800.01	801.57	0.001927	2.83	79.43	31.91	0.51
T=10 años	215.52	796.48	800.49	799.98	801.42	0.005027	4.29	52.35	22.32	0.75
T=10 años	215.52	795.99	800.93	799.78	801.27	0.002385	2.81	87.02	34.72	0.41
T=10 años	215.52	796.84	800.25	800.25	801.09	0.005321	4.48	59.54	35.2	0.82
T=10 años	215.52	794.73	797.79	798.67	800.56	0.026262	7.38	29.22	13.03	1.57
T=10 años	215.52	794.34	797.31	797.92	799.42	0.019348	6.43	33.49	16.23	1.43
T=10 años	215.52	793.49	796.7	797.3	798.58	0.014529	6.09	36.04	18.64	1.24
T=10 años	215.52	791.79	796.7	795.15	797.1	0.001547	2.87	81.22	27.49	0.45
T=10 años	215.52	791.59	796.74		797.06	0.001281	2.52	89.1	29.79	0.42
T=10 años	215.52	792.33	795.62	795.62	796.91	0.00916	5.02	42.9	16.95	1.01
T=10 años	215.52	791.52	794.52	794.95	796.32	0.01606	5.94	36.3	17.41	1.31
T=10 años	215.52	791.45	793.74	794.24	795.43	0.019866	5.76	37.45	24.33	1.48
T=10 años	215.52	790.83	793.75	793.75	794.9	0.008732	4.74	45.44	20.12	1.01

T=10 años	215.52	790.55	792.96	793.34	794.3	0.016802	5.14	41.9	28.09	1.34
T=10 años	215.52	789.85	793.12	793.12	793.87	0.007212	3.87	58.73	48.11	0.91
T=10 años	215.52	789.46	793.08	792.66	793.32	0.002017	2.44	116.41	104.19	0.5
T=10 años	215.52	788.79	792.42	792.42	793.16	0.004883	3.94	62.64	46.24	0.75
T=10 años	215.52	788.28	791.07	791.47	792.76	0.014795	5.76	37.45	18.66	1.3
T=10 años	215.52	788.19	790.48	790.91	791.98	0.015922	5.54	39.74	23.88	1.35
T=10 años	215.52	787.71	790.72	790.51	791.43	0.006331	3.75	57.56	31.48	0.87
T=10 años	215.52	787.48	790.17	790.17	791.05	0.009197	4.17	51.66	29.75	1.01
T=10 años	215.52	786.74	787.81	788.36	789.83	0.073916	6.3	34.19	53.19	2.51
T=10 años	215.52	785.08	786.4	786.7	787.37	0.036361	4.43	50.5	87.11	1.76
T=10 años	215.52	783.99	785.85	785.69	786.26	0.00631	2.85	75.82	64.61	0.82

Periodo de Retorno	Caudal (m3/s)	Cota eje hidraulico (m)	Profundidad de escurrimiento (m)	Cota altura critica (m)	Bernoulli (m)	Gradiente hidraulico	Velocidad (m/s)	Sección de escurrimiento (m2)	Ancho superficial (m)	Número de Froude
T=50 años	425.32	978.88	982.17	983.1	985.19	0.045069	7.69	55.3	25.21	1.66
T=50 años	425.32	977.07	982.08	982.52	984.21	0.01928	6.69	71.58	26.77	1.11
T=50 años	425.32	974.6	978.35	979.73	982.63	0.058987	9.16	46.44	18.93	1.86
T=50 años	425.32	972.98	977.51	978.27	980.21	0.038806	7.29	58.41	25.05	1.51
T=50 años	425.32	970.62	974.45	975.59	977.94	0.053567	8.28	51.4	23.24	1.78
T=50 años	425.32	969.56	973.43	974.15	975.89	0.031733	6.96	62.02	27.5	1.4
T=50 años	425.32	967.42	972.15	972.8	974.48	0.025283	6.93	67.97	30.59	1.26
T=50 años	425.32	966.44	970.14	971.13	973.01	0.034514	7.54	59.19	32.65	1.46
T=50 años	425.32	963.89	967.72	968.85	971.49	0.05492	8.94	54.72	32.67	1.82
T=50 años	425.32	961.63	965.74	966.76	969.06	0.042817	8.57	58.2	27.26	1.59
T=50 años	425.32	960.23	964.2	965.09	966.98	0.039527	8.28	67.83	40.86	1.55

T=50 años	425.32	957.92	961.88	962.86	965.01	0.039169	8.3	61.3	32.53	1.57
T=50 años	425.32	956.94	961.71	962.08	963.99	0.022737	6.69	63.65	18.94	1.15
T=50 años	425.32	955.85	961.7	961.7	963.56	0.017142	6.03	70.53	19.28	1.01
T=50 años	425.32	954.63	959.47	960.29	962.37	0.034035	7.54	56.39	19.63	1.42
T=50 años	425.32	952.77	958.12	958.78	960.79	0.02885	7.24	58.71	18.58	1.3
T=50 años	425.32	951.48	957.95	957.95	960.05	0.013459	6.58	72.54	20.75	0.93
T=50 años	425.32	949.7	953.53	955.08	958.69	0.074123	10.06	42.28	17.59	2.07
T=50 años	425.32	947.56	951.9	953.13	955.76	0.046225	8.74	49.72	20.61	1.68
T=50 años	425.32	945.87	950.32	951.5	953.8	0.046761	9.05	56.55	22.88	1.52
T=50 años	425.32	944.59	950.24	950.63	952.52	0.019752	6.74	65.78	20.74	1.1
T=50 años	425.32	943.31	947.2	948.41	951	0.051877	8.63	49.27	18.94	1.71
T=50 años	425.32	942.26	948.6	947.34	949.35	0.005875	3.82	111.42	29.25	0.62
T=50 años	425.32	941.03	947.27	947.27	949.08	0.016897	5.95	71.48	20.2	1.01
T=50 años	425.32	939.28	943.48	944.8	947.7	0.052144	9.1	46.73	16.76	1.74
T=50 años	425.32	938.09	943	943.75	945.71	0.030066	7.3	58.28	19.59	1.35
T=50 años	425.32	936.44	942.36	942.73	944.55	0.018117	6.64	68.23	22.98	1.07
T=50 años	425.32	935.23	939.68	940.84	943.27	0.037939	9.14	57.42	24.14	1.59
T=50 años	425.32	933.88	937.21	938.48	941.04	0.053098	9.55	57.28	32.94	1.84
T=50 años	425.32	933.5	937.07	937.85	939.58	0.037861	7.98	67.77	34.41	1.57
T=50 años	425.32	932.99	935.53	936.15	937.7	0.037121	7.24	72.07	40.57	1.55
T=50 años	425.32	929.96	933.61	934.25	935.71	0.042411	6.42	66.42	39.75	1.54
T=50 años	425.32	927.85	932.96	933.05	934.63	0.015863	5.73	75.01	26.17	1.03
T=50 años	425.32	926.39	930.7	931.53	933.47	0.03621	7.38	57.65	23.23	1.49
T=50 años	425.32	924.42	929.55	930.08	932	0.023955	6.93	61.89	20.89	1.23
T=50 años	425.32	923.25	926.65	927.83	930.33	0.048584	8.5	50.03	19.1	1.68
T=50 años	425.32	921.47	924.44	925.63	928.35	0.033004	8.76	48.54	24.04	1.97
T=50 años	425.32	919.84	923.1	924.34	926.88	0.02628	8.61	49.46	19.85	1.71
T=50 años	425.32	917.71	921.08	922.75	925.42	0.032193	9.24	46.04	19.18	1.9
T=50 años	425.32	916.05	919.46	921.08	923.82	0.031861	9.24	46.01	19.01	1.9
T=50 años	425.32	913.95	917.94	919.71	922.21	0.032559	9.15	46.51	19.17	1.86

T=50 años	425.32	912.52	915.94	917.41	920.56	0.033322	9.52	44.68	18.59	1.96
T=50 años	425.32	911.26	914.82	916.44	919	0.029042	9.05	47.16	20.54	1.83
T=50 años	425.32	909.95	913.29	914.91	917.48	0.031806	9.08	47.24	21.54	1.85
T=50 años	425.32	908.95	912.04	913.64	917.43	0.048253	10.29	41.33	18.64	2.21
T=50 años	425.32	908.16	911.41	912.66	915.39	0.032591	8.85	48.54	24.1	1.87
T=50 años	425.32	907.16	910.24	911.83	915.34	0.046109	10	42.54	19.22	2.15
T=50 años	425.32	906.91	909.96	911.04	913.5	0.029641	8.33	51.12	25.18	1.84
T=50 años	425.32	905.25	908.56	909.9	912.19	0.023628	8.43	50.49	19.71	1.65
T=50 años	425.32	903.48	907.2	908.44	910.93	0.026487	8.57	50.1	21.63	1.69
T=50 años	425.32	902.48	905.92	907.46	910.9	0.042217	9.88	43.04	18.23	2.05
T=50 años	425.32	901.62	905.18	906.6	909.57	0.03185	9.28	45.83	18.52	1.88
T=50 años	425.32	898.87	900.76	902.08	905.7	0.063653	9.85	43.2	29.72	2.61
T=50 años	425.32	895.89	901.19	899.34	901.26	0.000375	1.43	356.32	132.09	0.22
T=50 años	425.32	894.89	899.74	899.74	901.25	0.009193	5.44	78.51	26.76	0.99
T=50 años	425.32	892.55	895.87	897.01	900.02	0.034021	9.03	47.35	21.31	1.82
T=50 años	425.32	891.55	894.63	896.82	899.97	0.049997	10.24	41.54	17.99	2.15
T=50 años	425.32	888.75	892.52	893.75	896.7	0.043465	9.07	46.92	27.39	2.21
T=50 años	425.32	887.98	891.34	892.33	894.55	0.031091	8.03	56.33	45.81	1.81
T=50 años	425.32	886.98	890.31	892.09	894.51	0.034446	9.09	46.8	18.85	1.84
T=50 años	425.32	885.59	888.32	889.82	893.09	0.038903	9.68	43.94	18.59	2.01
T=50 años	425.32	883.56	886.61	888.65	891.2	0.036555	9.49	44.83	18.8	1.96
T=50 años	425.32	881.91	884.67	886.72	889.37	0.036765	9.6	44.3	18.73	1.99
T=50 años	425.32	880.86	883.73	885.48	887.7	0.029577	8.83	48.18	19.04	1.77
T=50 años	425.32	879.13	882.43	884.33	886.15	0.028739	8.54	49.79	20.09	1.73
T=50 años	425.32	877.13	880.01	881.52	884.67	0.034263	9.56	44.47	17.96	1.94
T=50 años	425.32	875.51	879.11	880.91	883.17	0.026335	8.92	47.68	17.53	1.73
T=50 años	425.32	874.39	877.62	879.58	881.78	0.029138	9.03	47.09	18.48	1.81
T=50 años	425.32	873.47	876.76	878.36	880.31	0.02924	8.35	50.96	24.69	1.85
T=50 años	425.32	872.18	876.08	877.4	879.15	0.018586	7.76	54.82	18.38	1.43
T=50 años	425.32	871.02	874.48	876.17	878.08	0.024261	8.41	50.57	19.23	1.66

T=50 años	425.32	869.9	873.1	874.89	876.83	0.025967	8.56	49.7	19.72	1.72
T=50 años	425.32	868.53	872.08	873.69	875.61	0.023016	8.33	51.08	19	1.62
T=50 años	425.32	867.35	870.75	872.58	874.43	0.024034	8.5	50.03	18.42	1.65
T=50 años	425.32	866.06	869.69	871.44	873.25	0.022938	8.36	50.85	18.47	1.61
T=50 años	425.32	864.78	867.98	869.92	871.98	0.028148	8.86	47.98	18.59	1.76
T=50 años	425.32	863.66	867.33	868.8	870.72	0.022144	8.17	52.09	19.09	1.58
T=50 años	425.32	862.49	865.9	867.59	869.54	0.025235	8.46	50.29	19.55	1.68
T=50 años	425.32	861.38	864.59	866.45	868.26	0.025471	8.49	50.08	18.94	1.67
T=50 años	425.32	860.39	863.8	865.13	867.03	0.021029	7.96	53.62	22.75	1.54
T=50 años	425.32	859.03	862.63	863.91	865.95	0.021893	8.1	53.71	27.25	1.59
T=50 años	425.32	858.01	861.37	862.92	864.83	0.022738	8.26	52.26	23.19	1.6
T=50 años	425.32	856.93	860.18	861.63	863.69	0.022623	8.32	52.08	25.36	1.65
T=50 años	425.32	855.61	858.76	860.2	862.44	0.02805	8.5	50.03	22.82	1.83
T=50 años	425.32	854.53	857.99	859.21	861.28	0.021651	8.08	55.14	37.26	1.61
T=50 años	425.32	853.93	857.09	858.02	860.19	0.021472	7.99	60.82	52.73	1.59
T=50 años	425.32	852.11	855.69	856.89	859.1	0.022224	8.18	51.97	19.04	1.58
T=50 años	425.32	851.3	854.51	855.81	857.97	0.022719	8.24	51.59	18.84	1.59
T=50 años	425.32	849.75	853.06	854.66	856.78	0.025242	8.54	49.79	19.18	1.69
T=50 años	425.32	848.33	851.58	853.41	855.47	0.027092	8.74	48.64	19.15	1.75
T=50 años	425.32	847.21	851.26	850.67	851.89	0.003816	3.54	120.12	44.91	0.69
T=50 años	425.32	846.78	850.47	850.47	851.75	0.008077	5.02	84.73	33.63	1.01
T=50 años	425.32	846.27	849.86	850.17	851.51	0.011809	5.69	74.78	32.43	1.2
T=50 años	425.32	845.32	848.65	849.22	850.78	0.01813	6.46	65.87	32.16	1.44
T=50 años	425.32	844.96	848.81	848.91	850.17	0.008177	5.19	83.12	36.65	1.02
T=50 años	425.32	844.15	847.14	847.94	849.55	0.019537	6.88	61.85	29.51	1.52
T=50 años	425.32	843.49	846.96	847.51	848.77	0.012222	6	73.38	41.05	1.24
T=50 años	425.32	842.92	845.77	846.5	848	0.020229	6.61	64.35	35.65	1.55
T=50 años	425.32	842.16	845.03	845.64	847.11	0.015697	6.4	67.71	36.26	1.4
T=50 años	425.32	841.57	843.83	844.58	846.35	0.023251	7.03	60.49	32.13	1.64
T=50 años	425.32	841.24	844.34	844.61	845.95	0.010122	5.69	77.82	34.28	1.15

T=50 años	425.32	840.37	844.23	844.34	845.62	0.008881	5.21	81.65	33.19	1.06
T=50 años	425.32	839.79	842.48	843.38	844.96	0.020177	6.98	61.03	32.08	1.56
T=50 años	425.32	839.22	842.74	843.12	844.23	0.01025	5.53	83.2	51.72	1.15
T=50 años	425.32	837.89	842	842	842.8	0.006414	4.44	113.03	62.29	0.88
T=50 años	425.32	837.09	840.74	841.07	842.37	0.012087	5.81	81	54.26	1.22
T=50 años	425.32	836.57	839.73	840.44	841.67	0.015678	6.2	70.7	48.61	1.38
T=50 años	425.32	835.75	838.96	839.58	840.85	0.01677	6.17	73.34	54.16	1.42
T=50 años	425.32	834.93	838.34	838.88	840.03	0.01591	5.86	79.51	71.08	1.38
T=50 años	425.32	834.23	837.92	838.34	839.34	0.012115	5.38	86.52	68.03	1.21
T=50 años	425.32	833.69	836.65	837.33	838.63	0.016516	6.22	68.35	34.69	1.42
T=50 años	425.32	832.48	836.93	836.98	838.08	0.007217	4.76	91.12	47.22	0.97
T=50 años	425.32	831.95	835.21	835.91	837.49	0.021184	6.69	63.56	34.72	1.58
T=50 años	425.32	831.28	834.56	835.14	836.56	0.016301	6.26	67.91	33.65	1.41
T=50 años	425.32	830.65	835.78	834.6	836.28	0.002049	3.13	141.84	55.53	0.54
T=50 años	425.32	829.94	835.23	835.23	836.13	0.004528	4.3	112.48	77.16	0.77
T=50 años	425.32	829.44	833.68	834.38	835.75	0.012553	6.44	70.2	42.6	1.26
T=50 años	425.32	828.26	834.39	833.71	834.69	0.001389	2.79	199.36	91.83	0.43
T=50 años	425.32	828.1	832.99	832.99	834.54	0.007864	5.52	77.46	26.78	0.99
T=50 años	425.32	827.82	830.53	831.6	833.84	0.029884	8.06	52.76	28.1	1.88
T=50 años	425.32	827.34	831.75	830.88	832.31	0.002459	3.4	132.45	48.8	0.6
T=50 años	425.32	826.67	830.87	830.87	832.11	0.007444	4.94	87.39	37.21	0.98
T=50 años	425.32	825.99	828.66	829.55	831.43	0.029751	7.37	57.73	35.62	1.85
T=50 años	425.32	825.22	829.63	829.2	830.46	0.004847	4.03	105.56	40.55	0.8
T=50 años	425.32	824.7	828.89	828.89	830.15	0.007638	4.98	85.79	35.41	1
T=50 años	425.32	824.14	828.04	828.36	829.69	0.01137	5.69	74.76	32.16	1.19
T=50 años	425.32	823.65	827.04	827.56	829.04	0.014839	6.27	67.85	31.08	1.35
T=50 años	425.32	822.89	827.05	827.14	828.57	0.008989	5.46	77.88	29.27	1.07
T=50 años	425.32	822.24	826.98	827.05	828.25	0.006825	5.02	88.05	43.41	0.94
T=50 años	425.32	821.83	825.89	826.48	827.79	0.012592	6.11	69.56	28.25	1.24
T=50 años	425.32	821.12	825.62	826.05	827.25	0.009399	5.66	75.38	30.67	1.09

T=50 años	425.32	820.59	824.08	824.8	826.51	0.025434	7.37	67.31	54.98	1.71
T=50 años	425.32	820.14	822.94	823.61	825.18	0.027833	6.92	68.4	61.44	1.77
T=50 años	425.32	819.19	822.34	822.98	824.25	0.012912	6.17	73.31	55.22	1.28
T=50 años	425.32	818.63	823.73	822.6	823.8	0.000305	1.27	364.05	111.67	0.21
T=50 años	425.32	818.31	823.14		823.78	0.002848	3.54	123.87	69.87	0.63
T=50 años	425.32	817.15	822.02	822.02	823.65	0.0063	5.76	78.41	25.13	0.95
T=50 años	425.32	816.48	819.4	820.58	823.01	0.033892	8.42	50.51	27.68	1.99
T=50 años	425.32	815.84	820.41	820.57	822.15	0.009283	5.84	72.8	24.2	1.08
T=50 años	425.32	815.32	818.39	819.3	821.43	0.024098	7.73	55.05	26.37	1.71
T=50 años	425.32	814.7	818.45	819.01	820.52	0.013513	6.47	68.96	33.46	1.31
T=50 años	425.32	813.62	819.21	818.02	819.76	0.002127	3.29	136.09	56.78	0.55
T=50 años	425.32	813.62	819.28	817.46	819.66	0.001489	2.77	161.69	64.72	0.45
T=50 años	425.32	812.98	818.85		819.56	0.002611	3.74	114.23	34.74	0.6
T=50 años	425.32	812.62	818.99		819.46	0.00145	3.06	147.14	51.4	0.47
T=50 años	425.32	812.04	817.69	817.69	819.31	0.00656	5.7	78.69	28.07	0.91
T=50 años	425.32	811.6	817.88	816.5	818.62	0.002746	3.83	111.32	28.45	0.61
T=50 años	425.32	811.27	816.43	816.43	818.39	0.008891	6.19	68.73	17.62	1
T=50 años	425.32	810.91	814.01	815.14	817.62	0.030618	8.42	50.53	25.2	1.9
T=50 años	425.32	810.48	813.32	814.21	816.29	0.022847	7.64	55.64	25.33	1.65
T=50 años	425.32	809.16	811.88	812.43	813.69	0.028917	5.95	71.45	59.3	1.73
T=50 años	425.32	808.72	811.92	812.27	812.92	0.009016	4.68	104.54	78.23	1.05
T=50 años	425.32	807.81	811.5	811.58	812.58	0.00904	4.63	92.44	48.08	1.05
T=50 años	425.32	806.99	809.78	810.41	811.88	0.024352	6.81	68.97	50.76	1.66
T=50 años	425.32	806.58	810.44	810.44	811.41	0.007395	4.39	100.11	57.36	0.94
T=50 años	425.32	805.25	806.87	807.91	810.51	0.052336	8.46	50.29	38.68	2.37
T=50 años	425.32	804.03	809.01	807.53	809.24	0.000911	2.33	210.2	70.98	0.37
T=50 años	425.32	804.26	808.99	807.7	809.19	0.001095	2.12	219.86	88.58	0.39
T=50 años	425.32	803.47	808.78	807.6	809.12	0.001667	3.01	178.45	74.62	0.47
T=50 años	425.32	803.2	808.74	807.75	809.04	0.001468	2.7	188.7	81.78	0.45
T=50 años	425.32	802.54	807.96	807.96	808.92	0.003699	4.7	116.72	65.1	0.72

T=50 años	425.32	801.52	805.62	806.77	808.55	0.019369	7.57	56.16	22.62	1.53
T=50 años	425.32	801.28	807.79	806.12	807.97	0.00064	2.09	242.21	78.11	0.31
T=50 años	425.32	800.68	807.76	805.46	807.94	0.000506	2.05	245.67	69.63	0.28
T=50 años	425.32	800.62	807.42	805.63	807.88	0.001333	3.2	154.2	47.64	0.44
T=50 años	425.32	799.61	807.54	804.6	807.81	0.00132	2.51	195.44	60.53	0.31
T=50 años	425.32	799.1	807.46	804.25	807.75	0.000961	2.6	195.97	60.7	0.32
T=50 años	425.32	800.19	806.43	806.43	807.65	0.005502	5.1	96.71	46.65	0.78
T=50 años	425.32	798.35	801.77	803.32	807.03	0.040545	10.16	41.87	15.72	1.99
T=50 años	425.32	798.05	801.25	802.64	805.34	0.027392	9.01	48.61	24.17	1.82
T=50 años	425.32	797.27	802.87	801.32	803.39	0.001485	3.32	144.52	44.5	0.48
T=50 años	425.32	796.48	801.69	801.69	803.24	0.005953	5.74	82.51	28.07	0.86
T=50 años	425.32	795.99	802.02	801.01	802.61	0.003145	3.7	128.98	41.53	0.49
T=50 años	425.32	796.84	801.27	801.27	802.4	0.00535	5.45	99.85	43.68	0.86
T=50 años	425.32	794.73	799.98	800.44	802.05	0.009327	6.48	70.05	26.01	1.04
T=50 años	425.32	794.34	798.52	799.5	801.42	0.017488	7.57	57.99	28.38	1.42
T=50 años	425.32	793.49	797.72	798.69	800.58	0.016044	7.75	60.78	31.97	1.37
T=50 años	425.32	791.79	798.35	796.69	798.96	0.001613	3.67	131.87	33.88	0.49
T=50 años	425.32	791.59	798.43		798.92	0.001251	3.21	146	37.61	0.44
T=50 años	425.32	792.33	797.63	797.63	798.8	0.004957	4.99	99.73	50.84	0.76
T=50 años	425.32	791.52	795.71	796.65	798.39	0.014779	7.29	60.04	25.87	1.31
T=50 años	425.32	791.45	794.42	795.46	797.44	0.025823	7.69	55.32	28.14	1.75
T=50 años	425.32	790.83	794.83	795.48	796.67	0.009473	6.07	74.99	41.44	1.1
T=50 años	425.32	790.55	793.6	794.53	795.94	0.024016	6.78	62.76	36.4	1.65
T=50 años	425.32	789.85	793.58	794.17	795.11	0.011736	5.69	86	66.75	1.2
T=50 años	425.32	789.46	793.33	793.33	793.93	0.004608	3.94	142.5	104.19	0.77
T=50 años	425.32	788.79	793.18	792.85	793.58	0.00295	3.33	165.06	90.34	0.56
T=50 años	425.32	788.28	793.21	792.29	793.48	0.001359	2.71	202.75	86.39	0.43
T=50 años	425.32	788.19	792.02	792.02	793.34	0.007019	5.45	85.9	33.51	0.98
T=50 años	425.32	787.71	791.18	791.66	792.87	0.012672	5.8	76.47	46.32	1.25
T=50 años	425.32	787.48	791.29	791.29	792.5	0.007271	4.88	88.85	42.15	0.95

T=50 años	425.32	786.74	788.14	789.02	791.46	0.072336	8.07	52.68	55.43	2.64
T=50 años	425.32	785.08	786.63	787.14	788.46	0.052546	6.14	72.54	102.12	2.19
T=50 años	425.32	783.99	786.95	786.34	787.35	0.002687	2.84	159.62	87.81	0.59

Periodo de Retorno	Caudal (m3/s)	Cota eje hidraulico (m)	Profundidad de escurrimiento (m)	Cota altura critica (m)	Bernoulli (m)	Gradiente hidraulico	Velocidad (m/s)	Sección de escurrimiento (m2)	Ancho superficial (m)	Número de Froude
T=100 años	558.58	978.88	982.63	983.71	986.15	0.045034	8.32	67.18	27.1	1.69
T=100 años	558.58	977.07	982.66	983.22	985.17	0.01926	7.36	87.5	28.64	1.14
T=100 años	558.58	974.6	978.94	980.45	983.64	0.053633	9.63	58.8	23.34	1.82
T=100 años	558.58	972.98	977.91	978.92	981.31	0.039719	8.18	68.64	26.16	1.57
T=100 años	558.58	970.62	974.91	976.24	978.99	0.054694	8.95	62.38	25.43	1.82
T=100 años	558.58	969.56	973.87	974.75	976.89	0.032545	7.74	74.48	29.93	1.44
T=100 años	558.58	967.42	972.6	973.41	975.42	0.026269	7.73	82.08	32.88	1.31
T=100 años	558.58	966.44	970.59	971.64	973.92	0.03469	8.24	75.76	40.47	1.49
T=100 años	558.58	963.89	968.1	969.4	972.39	0.055454	9.68	67.47	34.08	1.86
T=100 años	558.58	961.63	966.22	967.4	969.96	0.042261	9.2	71.6	28.34	1.6
T=100 años	558.58	960.23	964.54	965.66	967.84	0.042001	9.18	81.87	42.22	1.63
T=100 años	558.58	957.92	964.47	963.4	965.31	0.005037	4.58	154.9	37.43	0.63
T=100 años	558.58	956.94	963.08	962.85	965.04	0.012751	6.22	91.65	22.02	0.91
T=100 años	558.58	955.85	962.52	962.52	964.62	0.016316	6.43	86.95	20.95	1
T=100 años	558.58	954.63	960.05	961.02	963.45	0.035743	8.17	68.37	21.94	1.48
T=100 años	558.58	952.77	958.79	959.58	961.89	0.027207	7.8	72.04	21.56	1.3
T=100 años	558.58	951.48	959.14	959.14	961.19	0.010498	6.67	101.21	27.34	0.85
T=100 años	558.58	949.7	954.04	955.83	960.04	0.073502	10.86	51.46	18.76	2.09
T=100 años	558.58	947.56	952.36	953.9	957.12	0.046629	9.73	59.8	22.71	1.73
T=100 años	558.58	945.87	950.77	952.15	955.08	0.050695	10.19	67.44	25.43	1.61
T=100 años	558.58	944.59	950.81	951.45	953.67	0.021772	7.6	78.06	22.74	1.17
T=100 años	558.58	943.31	947.79	949.17	952.08	0.049524	9.18	60.86	20.49	1.7

T=100 años	558.58	942.26	949.53	948.05	950.35	0.005145	4.01	140.24	33.01	0.6
T=100 años	558.58	941.03	948.09	948.09	950.1	0.016351	6.29	88.87	22.51	1.01
T=100 años	558.58	939.28	944.15	945.6	948.77	0.04862	9.52	58.65	18.46	1.71
T=100 años	558.58	938.09	943.59	944.5	946.81	0.031381	7.95	70.28	21.37	1.4
T=100 años	558.58	936.44	943.01	943.56	945.62	0.018021	7.33	84.53	26.93	1.09
T=100 años	558.58	935.23	940.22	941.8	944.36	0.036809	9.94	70.98	26.08	1.61
T=100 años	558.58	933.88	937.58	938.93	942.12	0.055257	10.58	69.88	36.38	1.92
T=100 años	558.58	933.5	937.42	938.43	940.56	0.041073	9.02	79.9	36.42	1.67
T=100 años	558.58	932.99	935.85	936.64	938.54	0.039255	8.13	84.99	41.91	1.63
T=100 años	558.58	929.96	933.93	934.73	936.5	0.042256	7.11	79.74	43.57	1.58
T=100 años	558.58	927.85	933.74	933.74	935.55	0.012967	5.99	96.48	29.43	0.96
T=100 años	558.58	926.39	931.18	932.16	934.5	0.037747	8.08	69.16	25.23	1.55
T=100 años	558.58	924.42	930.21	930.84	933.07	0.022102	7.53	76.19	22.84	1.22
T=100 años	558.58	923.25	927.2	928.58	931.48	0.048716	9.17	60.93	20.69	1.71
T=100 años	558.58	921.47	924.84	926.31	929.49	0.033026	9.56	58.45	25.25	2
T=100 años	558.58	919.84	923.62	925.3	928.07	0.024435	9.37	60.56	23.02	1.7
T=100 años	558.58	917.71	921.57	923.34	926.7	0.030637	10.04	55.79	20.87	1.89
T=100 años	558.58	916.05	919.94	921.94	925.16	0.031027	10.13	55.3	20.67	1.91
T=100 años	558.58	913.95	918.4	920.21	923.6	0.031796	10.12	55.8	22	1.9
T=100 años	558.58	912.52	916.4	918.48	921.99	0.032407	10.48	53.65	21.06	1.98
T=100 años	558.58	911.26	915.24	916.93	920.43	0.029551	10.12	56.32	23.44	1.9
T=100 años	558.58	909.95	913.69	915.38	918.88	0.032337	10.14	56.48	24.05	1.92
T=100 años	558.58	908.95	912.5	914.91	918.83	0.046339	11.15	50.11	18.91	2.19
T=100 años	558.58	908.16	911.76	913.28	916.77	0.034197	9.97	57.56	27.25	1.97
T=100 años	558.58	907.16	910.69	912.59	916.72	0.046506	10.89	51.32	20.37	2.19
T=100 años	558.58	906.91	910.29	911.91	914.81	0.031715	9.42	59.63	26.6	1.95
T=100 años	558.58	905.25	909.05	910.75	913.46	0.023079	9.33	60.73	22.33	1.68
T=100 años	558.58	903.48	907.64	909.1	912.22	0.026572	9.53	60.27	24.23	1.74
T=100 años	558.58	902.48	906.44	908.33	912.17	0.039705	10.61	52.67	18.67	2.02
T=100 años	558.58	901.62	905.68	907.42	910.91	0.030749	10.13	55.27	19.96	1.88

T=100 años	558.58	898.87	901.03	902.61	907.08	0.064871	10.9	51.25	30.43	2.68
T=100 años	558.58	895.89	901.94	899.57	902.02	0.000302	1.42	455.93	132.09	0.2
T=100 años	558.58	894.89	900.77	900.77	902.01	0.00581	5.03	120.88	52.57	0.83
T=100 años	558.58	892.55	896.2	897.27	901.09	0.035423	10.01	66.56	94.35	1.9
T=100 años	558.58	891.55	895.2	897.13	901.04	0.044482	10.71	52.14	18.69	2.05
T=100 años	558.58	888.75	892.83	894.32	897.96	0.043769	10.04	55.74	29.1	2.27
T=100 años	558.58	887.98	891.56	892.6	895.62	0.036301	9.14	68.8	64.43	1.98
T=100 años	558.58	886.98	890.86	892.37	895.58	0.035659	9.62	58.06	22.47	1.91
T=100 años	558.58	885.59	888.89	891.18	894.22	0.034712	10.22	54.64	18.8	1.91
T=100 años	558.58	883.56	887.12	889.4	892.48	0.034918	10.25	54.5	19.34	1.93
T=100 años	558.58	881.91	885.16	887.36	890.71	0.0358	10.43	53.54	18.91	1.98
T=100 años	558.58	880.86	884.19	885.99	889.04	0.030428	9.76	57.42	21.16	1.83
T=100 años	558.58	879.13	882.88	884.82	887.43	0.030151	9.45	59.11	20.96	1.8
T=100 años	558.58	877.13	880.55	883.05	885.94	0.033229	10.29	54.3	18.69	1.93
T=100 años	558.58	875.51	879.67	881.81	884.43	0.026726	9.67	57.75	18.47	1.75
T=100 años	558.58	874.39	878.15	880.18	883.05	0.028519	9.81	56.96	18.79	1.8
T=100 años	558.58	873.47	877.11	878.81	881.53	0.031825	9.32	60.1	27.81	1.96
T=100 años	558.58	872.18	876.61	877.78	880.26	0.020046	8.51	69.14	47.53	1.51
T=100 años	558.58	871.02	875.05	876.59	879.15	0.024615	8.97	62.27	21.88	1.7
T=100 años	558.58	869.9	873.67	875.25	877.9	0.025163	9.11	61.3	21.54	1.72
T=100 años	558.58	868.53	872.65	874.01	876.68	0.023502	8.89	62.87	23.43	1.66
T=100 años	558.58	867.35	871.37	872.93	875.49	0.023465	9	62.06	20.5	1.65
T=100 años	558.58	866.06	870.29	872.01	874.31	0.024057	8.89	62.86	21.82	1.67
T=100 años	558.58	864.78	868.61	870.36	873.04	0.026335	9.33	59.87	19.87	1.72
T=100 años	558.58	863.66	867.88	869.19	871.85	0.021326	8.84	64.26	26.63	1.58
T=100 años	558.58	862.49	866.41	867.93	870.7	0.024668	9.19	61.66	26.15	1.7
T=100 años	558.58	861.38	865.14	866.78	869.43	0.026192	9.18	60.97	22.46	1.71
T=100 años	558.58	860.39	864.25	865.53	868.18	0.021222	8.84	67.06	40.61	1.58
T=100 años	558.58	859.03	863.03	864.25	867.08	0.022533	9.03	66.97	47.29	1.65
T=100 años	558.58	858.01	861.85	863.21	865.96	0.022094	9.07	64.37	27.54	1.62

T=100 años	558.58	856.93	860.62	861.98	864.84	0.022583	9.2	64.55	34.52	1.69
T=100 años	558.58	855.61	859.19	860.64	863.57	0.028886	9.27	60.29	24.62	1.89
T=100 años	558.58	854.53	858.32	859.5	862.33	0.023333	9.08	69.8	52.72	1.7
T=100 años	558.58	853.93	857.33	858.29	861.12	0.024634	9.07	79.5	91.72	1.72
T=100 años	558.58	852.11	856.17	857.23	859.97	0.021679	8.78	73.49	80.79	1.59
T=100 años	558.58	851.3	855.07	856.15	858.9	0.020964	8.77	72.25	91.12	1.56
T=100 años	558.58	849.75	853.69	854.97	857.81	0.022568	9	62.2	21.12	1.62
T=100 años	558.58	848.33	852.15	853.75	856.61	0.025488	9.36	59.7	19.94	1.71
T=100 años	558.58	847.21	851.95	851.09	852.63	0.003029	3.66	157.15	71.35	0.64
T=100 años	558.58	846.78	850.97	850.97	852.51	0.007892	5.5	101.6	34.35	1.01
T=100 años	558.58	846.27	850.35	850.73	852.27	0.011313	6.14	90.97	33.37	1.19
T=100 años	558.58	845.32	849.08	849.78	851.58	0.01736	7	79.82	32.74	1.43
T=100 años	558.58	844.96	849.16	849.75	850.94	0.009112	5.96	97.66	45.9	1.1
T=100 años	558.58	844.15	847.63	848.57	850.29	0.019746	7.22	77.4	36.15	1.54
T=100 años	558.58	843.49	847.35	848.18	849.51	0.012186	6.62	91.26	52.18	1.27
T=100 años	558.58	842.92	846.15	847.02	848.75	0.019745	7.16	79.16	42.87	1.56
T=100 años	558.58	842.16	845.42	846.25	847.89	0.015044	7.02	82.91	40.91	1.41
T=100 años	558.58	841.57	844.23	845.09	847.18	0.021362	7.61	73.57	33.49	1.61
T=100 años	558.58	841.24	844.7	845.13	846.78	0.011033	6.5	89.96	34.28	1.23
T=100 años	558.58	840.37	844.58	844.97	846.4	0.010405	5.99	93.32	34.58	1.16
T=100 años	558.58	839.79	842.92	843.83	845.71	0.018595	7.43	77.3	41.88	1.54
T=100 años	558.58	839.22	842.97	843.52	844.95	0.012183	6.42	95.45	52.15	1.27
T=100 años	558.58	837.89	842.3	842.3	843.29	0.006901	4.89	132.28	63.09	0.93
T=100 años	558.58	837.09	841.39	841.39	842.14	0.005189	4.32	162.04	96.39	0.83
T=100 años	558.58	836.57	840.5	840.79	841.82	0.00848	5.3	118.88	70.35	1.06
T=100 años	558.58	835.75	839.39	839.95	841.26	0.014564	6.27	98.36	63.36	1.35
T=100 años	558.58	834.93	838.63	839.2	840.5	0.015958	6.3	99.88	73.55	1.41
T=100 años	558.58	834.23	838.24	838.68	839.8	0.011977	5.75	108.87	70.31	1.22
T=100 años	558.58	833.69	837.26	837.83	839.18	0.013077	6.14	92.02	50.21	1.29
T=100 años	558.58	832.48	837.41	837.48	838.7	0.006859	5.1	115.94	52.65	0.96

T=100 años	558.58	831.95	835.66	836.42	838.15	0.019548	6.99	79.9	38.43	1.55
T=100 años	558.58	831.28	835.02	835.73	837.26	0.015725	6.64	84.23	37.99	1.41
T=100 años	558.58	830.65	836.03	835.12	836.77	0.002844	3.84	157.87	100.42	0.64
T=100 años	558.58	829.94	835.71	835.71	836.6	0.004131	4.44	152.3	84.03	0.75
T=100 años	558.58	829.44	834.25	835.03	836.27	0.010406	6.52	98.16	56.51	1.17
T=100 años	558.58	828.26	835.27	834.02	835.5	0.000887	2.52	280.46	93.04	0.35
T=100 años	558.58	828.1	833.78	833.78	835.39	0.007053	5.66	101.64	34.22	0.96
T=100 años	558.58	827.82	830.93	832.17	834.74	0.029402	8.64	64.66	30.61	1.9
T=100 años	558.58	827.34	830.42	831.35	833.42	0.023034	7.7	73.99	39.55	1.69
T=100 años	558.58	826.67	831.39	831.41	832.81	0.007133	5.33	107.41	39.99	0.99
T=100 años	558.58	825.99	829.02	829.99	832.16	0.029122	7.84	71.24	39.73	1.86
T=100 años	558.58	825.22	830.26	829.7	831.17	0.004406	4.23	131.99	43.7	0.78
T=100 años	558.58	824.7	829.42	829.42	830.89	0.006946	5.39	104.85	36.76	0.98
T=100 años	558.58	824.14	828.53	828.97	830.45	0.011169	6.15	90.86	34.21	1.2
T=100 años	558.58	823.65	827.51	828.2	829.82	0.014333	6.73	82.99	33.17	1.36
T=100 años	558.58	822.89	827.72	827.96	829.3	0.007368	5.61	104.76	47.61	1
T=100 años	558.58	822.24	827.45	827.61	828.94	0.006904	5.51	109.37	47.94	0.96
T=100 años	558.58	821.83	826.45	827.04	828.49	0.012209	6.36	90.39	44.82	1.24
T=100 años	558.58	821.12	826.13	826.8	827.97	0.008888	6.08	98.9	51.94	1.09
T=100 años	558.58	820.59	824.3	825.21	827.23	0.027884	8.19	79.3	55.54	1.81
T=100 años	558.58	820.14	823.16	823.94	825.81	0.028826	7.6	81.85	62.01	1.84
T=100 años	558.58	819.19	824.27	823.36	824.75	0.001745	3.37	197.24	78.72	0.52
T=100 años	558.58	818.63	824.64	822.83	824.71	0.000241	1.31	466.96	114.29	0.19
T=100 años	558.58	818.31	824.33		824.7	0.001339	2.9	236.6	109.61	0.45
T=100 años	558.58	817.15	822.68	822.68	824.61	0.006129	6.32	95.08	26.07	0.97
T=100 años	558.58	816.48	822.68	821.11	823.19	0.00142	3.3	185.07	49.39	0.48
T=100 años	558.58	815.84	821.28	821.28	823.04	0.007788	5.87	95.12	27.19	1
T=100 años	558.58	815.32	818.82	819.97	822.39	0.023303	8.37	66.71	27.57	1.72
T=100 años	558.58	814.7	818.77	819.54	821.44	0.014983	7.39	79.84	34.11	1.41
T=100 años	558.58	813.62	820.06	818.58	820.58	0.001614	3.3	194.86	82.64	0.5

T=100 años	558.58	813.62	820.14	818.02	820.51	0.001151	2.78	231.63	94.05	0.41
T=100 años	558.58	812.98	819.66		820.42	0.002346	3.93	155.49	63.02	0.59
T=100 años	558.58	812.62	819.84		820.33	0.001258	3.21	197.8	68.11	0.45
T=100 años	558.58	812.04	818.49	818.49	820.2	0.005664	5.97	104.04	35.64	0.87
T=100 años	558.58	811.6	818.96	817.22	819.74	0.002133	3.93	145.28	34.59	0.56
T=100 años	558.58	811.27	817.26	817.26	819.53	0.008872	6.69	83.55	18.42	1
T=100 años	558.58	810.91	814.4	815.74	818.76	0.030674	9.25	60.41	25.82	1.93
T=100 años	558.58	810.48	813.71	814.91	817.38	0.02436	8.49	65.82	26.52	1.72
T=100 años	558.58	809.16	812.04	812.76	814.45	0.034818	6.87	81.3	62.54	1.92
T=100 años	558.58	808.72	812.92	812.53	813.27	0.002152	2.98	241.01	143.57	0.55
T=100 años	558.58	807.81	812.33	812.33	813.11	0.004479	4	159.15	125.21	0.78
T=100 años	558.58	806.99	810	810.79	812.64	0.026465	7.66	80.19	51.31	1.76
T=100 años	558.58	806.58	810.82	810.89	811.96	0.007223	4.82	123.56	66.75	0.96
T=100 años	558.58	805.25	809.72	808.36	809.8	0.000402	1.36	438.77	147.43	0.24
T=100 años	558.58	804.03	809.48		809.77	0.001012	2.65	243.91	73.76	0.4
T=100 años	558.58	804.26	809.47	808.01	809.72	0.001095	2.35	264.02	93.36	0.4
T=100 años	558.58	803.47	809.24	808.09	809.65	0.001759	3.31	215.01	81.54	0.49
T=100 años	558.58	803.2	809.22	808.15	809.56	0.001448	2.91	228.6	84.16	0.46
T=100 años	558.58	802.54	808.43	808.43	809.45	0.003643	5	149.26	71.3	0.73
T=100 años	558.58	801.52	806.42	807.45	809.12	0.012806	7.36	80.97	41.85	1.3
T=100 años	558.58	801.28	808.41	806.48	808.62	0.000633	2.27	291.13	79.71	0.32
T=100 años	558.58	800.68	808.37	806.04	808.59	0.000551	2.3	288.9	72.83	0.3
T=100 años	558.58	800.62	807.92	806.44	808.52	0.001569	3.68	179.33	52.09	0.48
T=100 años	558.58	799.61	808.12	806.43	808.44	0.00145	2.75	231.46	65.04	0.32
T=100 años	558.58	799.1	808.01	805.05	808.37	0.001133	2.94	231.83	68.89	0.36
T=100 años	558.58	800.19	807.15	807.15	808.26	0.004844	5.07	138	66.92	0.74
T=100 años	558.58	798.35	802.66	804.16	807.74	0.02979	9.99	55.94	15.84	1.7
T=100 años	558.58	798.05	801.73	803.23	806.34	0.02614	9.66	61.28	28.48	1.82
T=100 años	558.58	797.27	803.7	801.98	804.26	0.001367	3.54	183.74	50.6	0.47
T=100 años	558.58	796.48	802.41	802.41	804.13	0.005586	6.14	104.04	31.41	0.86

T=100 años	558.58	795.99	800.55	801.59	803.7	0.024371	8.49	74.44	32.05	1.3
T=100 años	558.58	796.84	801.99	801.78	803.06	0.004277	5.43	133.16	49.27	0.79
T=100 años	558.58	794.73	801.22	801.22	802.82	0.005364	5.9	108.85	35.42	0.83
T=100 años	558.58	794.34	799	800.12	802.35	0.017522	8.26	72.78	32.92	1.44
T=100 años	558.58	793.49	798.14	799.23	801.5	0.016603	8.55	75.35	36.59	1.42
T=100 años	558.58	791.79	795.91	797.38	800.51	0.02307	9.6	60.73	24.24	1.69
T=100 años	558.58	791.59	798.84	797.09	799.54	0.001628	3.85	161.99	39.66	0.51
T=100 años	558.58	792.33	798.27	798.27	799.41	0.00441	5.13	136.29	61.97	0.73
T=100 años	558.58	791.52	796.53	797.56	799.06	0.010715	7.23	85.92	38.59	1.16
T=100 años	558.58	791.45	794.87	796.24	798.27	0.02476	8.17	68.34	30.61	1.75
T=100 años	558.58	790.83	795.2	796.2	797.47	0.010411	6.86	92.17	53	1.17
T=100 años	558.58	790.55	793.93	794.79	796.7	0.024917	7.39	77.16	59.78	1.71
T=100 años	558.58	789.85	793.77	794.46	795.76	0.01418	6.59	99.8	84.46	1.34
T=100 años	558.58	789.46	793.96	793.57	794.39	0.002667	3.45	207.93	104.19	0.6
T=100 años	558.58	788.79	793.98	793.11	794.28	0.001685	2.88	237.04	90.34	0.44
T=100 años	558.58	788.28	793.97	792.6	794.22	0.000994	2.6	268.15	86.39	0.38
T=100 años	558.58	788.19	792.69	792.69	794.1	0.006046	5.76	110.48	48.91	0.94
T=100 años	558.58	787.71	791.43	792.2	793.64	0.015275	6.68	88.28	47.83	1.39
T=100 años	558.58	787.48	791.94	792.26	793.16	0.00604	4.97	123.62	71.1	0.89
T=100 años	558.58	786.74	788.34	789.38	792.27	0.067638	8.78	63.59	55.94	2.63
T=100 años	558.58	785.08	786.74	787.37	789.12	0.060904	7.03	83.54	107.87	2.4
T=100 años	558.58	783.99	788.16	786.7	788.39	0.000949	2.23	279.48	106.28	0.38

Periodo de Retorno	Caudal (m3/s)	Cota eje hidraulico (m)	Profundidad de escurrimiento (m)	Cota altura critica (m)	Bernoulli (m)	Gradiente hidraulico	Velocidad (m/s)	Sección de escurrimiento (m2)	Ancho superficial (m)	Número de Froude
T=200 años	729.77	978.88	983.06	984.43	987.41	0.045024	9.24	79.37	29.33	1.73

T=200 años	729.77	977.07	983.17	983.97	986.35	0.021383	8.36	102.53	30.3	1.22
T=200 años	729.77	974.6	979.56	981.29	984.81	0.046568	10.22	74.43	27.12	1.75
T=200 años	729.77	972.98	978.37	979.65	982.61	0.040468	9.14	80.91	27.43	1.63
T=200 años	729.77	970.62	975.37	976.95	980.22	0.057118	9.75	74.84	27.71	1.89
T=200 años	729.77	969.56	974.34	975.42	978.03	0.033842	8.6	89.14	32.03	1.5
T=200 años	729.77	967.42	973.09	974.13	976.5	0.027279	8.6	98.86	35.42	1.37
T=200 años	729.77	966.44	971.01	972.24	974.92	0.036773	9.09	92.95	41.77	1.56
T=200 años	729.77	963.89	968.55	970.04	973.38	0.05247	10.42	83.14	35.7	1.86
T=200 años	729.77	961.63	966.75	968.13	971.05	0.041004	9.99	87.35	31.44	1.62
T=200 años	729.77	960.23	964.93	966.39	968.89	0.045208	10.28	98.97	46.23	1.72
T=200 años	729.77	957.92	965.66	963.98	966.52	0.004052	4.69	200.01	38.33	0.58
T=200 años	729.77	956.94	963.75	963.75	966.28	0.013858	7.08	106.86	23.52	0.97
T=200 años	729.77	955.85	963.23	963.38	965.84	0.017229	7.16	102.3	22.1	1.05
T=200 años	729.77	954.63	960.68	961.85	964.66	0.033458	8.84	82.93	24.21	1.47
T=200 años	729.77	952.77	959.46	960.53	963.18	0.026369	8.58	87.52	24.91	1.31
T=200 años	729.77	951.48	960	960	962.35	0.010525	7.27	125.32	28.17	0.87
T=200 años	729.77	949.7	954.7	956.71	961.24	0.065544	11.32	64.47	20.3	2.01
T=200 años	729.77	947.56	952.94	954.68	958.53	0.044616	10.62	73.63	25.31	1.74
T=200 años	729.77	945.87	951.27	952.85	956.46	0.053908	11.34	80.73	27.89	1.69
T=200 años	729.77	944.59	951.43	952.31	954.98	0.022812	8.52	92.96	24.92	1.23
T=200 años	729.77	943.31	948.41	950.01	953.35	0.048957	9.85	74.08	22.12	1.72
T=200 años	729.77	942.26	950.53	948.81	951.45	0.004663	4.26	174.85	36.18	0.58
T=200 años	729.77	941.03	949.01	949.01	951.21	0.01571	6.58	110.87	25.49	1.01
T=200 años	729.77	939.28	944.92	946.48	949.98	0.042361	9.97	73.55	20.24	1.63
T=200 años	729.77	938.09	944.19	945.34	948.06	0.033571	8.72	83.66	23.19	1.47
T=200 años	729.77	936.44	943.65	944.44	946.81	0.018778	8.16	102.64	29.42	1.14
T=200 años	729.77	935.23	940.92	942.43	945.56	0.034095	10.68	91.43	34.73	1.59
T=200 años	729.77	933.88	937.97	939.49	943.36	0.058011	11.73	84.71	40.06	2
T=200 años	729.77	933.5	937.8	939	941.71	0.044254	10.14	94.22	38.65	1.77
T=200 años	729.77	932.99	936.2	937.23	939.55	0.041619	9.12	99.9	43.4	1.71

T=200 años	729.77	929.96	934.27	935.3	937.42	0.043265	7.9	95.32	47.65	1.64
T=200 años	729.77	927.85	934.5	934.5	936.58	0.011916	6.46	120.14	32.65	0.95
T=200 años	729.77	926.39	931.75	932.94	935.6	0.035478	8.69	84.45	27.7	1.54
T=200 años	729.77	924.42	930.97	931.8	934.28	0.020248	8.12	94.56	25.11	1.2
T=200 años	729.77	923.25	927.8	929.7	932.76	0.04889	9.86	73.98	22.44	1.73
T=200 años	729.77	921.47	925.3	927.31	930.77	0.032855	10.37	70.4	26.63	2.03
T=200 años	729.77	919.84	924.18	926.02	929.4	0.023203	10.21	74.51	26.46	1.7
T=200 años	729.77	917.71	922.14	924.09	928.11	0.028214	10.87	68.78	25.36	1.87
T=200 años	729.77	916.05	920.48	922.51	926.67	0.029394	11.06	67.38	24.03	1.91
T=200 años	729.77	913.95	918.89	920.72	925.16	0.03133	11.16	67.52	25.11	1.93
T=200 años	729.77	912.52	916.91	919.04	923.58	0.031327	11.5	65.28	24.39	2
T=200 años	729.77	911.26	915.7	917.43	922.04	0.029927	11.25	69.49	40.62	1.96
T=200 años	729.77	909.95	914.14	915.88	920.47	0.033018	11.28	69.01	33.47	1.99
T=200 años	729.77	908.95	913.06	915.49	920.42	0.043825	12.02	60.8	20.12	2.15
T=200 años	729.77	908.16	912.14	913.91	918.36	0.035991	11.19	68.44	29.93	2.06
T=200 años	729.77	907.16	911.18	913.34	918.31	0.045714	11.83	61.82	22.32	2.21
T=200 años	729.77	906.91	910.66	912.53	916.37	0.033216	10.61	69.83	28.33	2.04
T=200 años	729.77	905.25	909.56	911.35	914.98	0.023332	10.37	73.12	27.68	1.73
T=200 años	729.77	903.48	908.11	909.78	913.71	0.027268	10.62	72.24	26.97	1.8
T=200 años	729.77	902.48	907.04	909.15	913.67	0.036792	11.41	64.19	20.7	1.98
T=200 años	729.77	901.62	906.22	908.3	912.48	0.029508	11.11	66.91	22.91	1.9
T=200 años	729.77	898.87	901.33	903.18	908.65	0.069145	11.98	60.89	32.78	2.81
T=200 años	729.77	895.89	902.63	899.87	902.73	0.00029	1.51	547.38	132.09	0.2
T=200 años	729.77	894.89	901.32	901.32	902.71	0.005666	5.44	149.74	52.57	0.84
T=200 años	729.77	892.55	896.43	897.55	901.78	0.038266	10.95	87.98	96.09	2
T=200 años	729.77	891.55	896.05	897.43	901.75	0.032435	10.6	72.18	69.55	1.8
T=200 años	729.77	888.75	893.23	894.99	899.24	0.040276	10.89	67.74	30.86	2.25
T=200 años	729.77	887.98	891.77	892.91	896.8	0.042679	10.4	83.83	81.66	2.18
T=200 años	729.77	886.98	891.33	892.68	896.76	0.03843	10.39	73.56	45.15	2.02
T=200 años	729.77	885.59	889.57	891.72	895.41	0.032172	10.71	68.38	22.55	1.89

T=200 años	729.77	883.56	887.74	889.77	893.81	0.031585	10.93	67.63	23.09	1.89
T=200 años	729.77	881.91	885.76	888.07	892.16	0.034351	11.22	65.43	22.03	1.98
T=200 años	729.77	880.86	884.69	886.46	890.54	0.029986	10.77	71.48	50.21	1.86
T=200 años	729.77	879.13	883.39	885.12	888.9	0.031596	10.41	70.79	25.8	1.86
T=200 años	729.77	877.13	881.18	883.53	887.37	0.033674	11.02	66.2	20.61	1.95
T=200 años	729.77	875.51	880.27	882.16	885.85	0.026734	10.48	70.39	24.16	1.79
T=200 años	729.77	874.39	878.74	880.51	884.51	0.027102	10.68	70.11	31.99	1.8
T=200 años	729.77	873.47	877.48	879.14	882.97	0.034716	10.4	71.13	32.05	2.09
T=200 años	729.77	872.18	876.89	878.08	881.48	0.02495	9.76	88.59	80.72	1.7
T=200 años	729.77	871.02	875.6	876.94	880.25	0.024154	9.62	81.55	65.64	1.72
T=200 años	729.77	869.9	874.25	875.7	879.03	0.024851	9.72	78.66	51.72	1.74
T=200 años	729.77	868.53	873.11	874.3	877.76	0.025321	9.69	84.72	75.9	1.75
T=200 años	729.77	867.35	871.98	873.26	876.55	0.023239	9.54	82.94	70.06	1.67
T=200 años	729.77	866.06	870.91	872.36	875.36	0.024277	9.37	79.8	41.32	1.71
T=200 años	729.77	864.78	869.28	870.7	874.03	0.028938	9.67	75.89	39.12	1.83
T=200 años	729.77	863.66	868.33	869.75	872.8	0.021158	9.62	88.54	66.75	1.61
T=200 años	729.77	862.49	866.98	868.27	871.72	0.022101	9.79	83.02	78.52	1.66
T=200 años	729.77	861.38	865.74	867.13	870.57	0.024013	9.79	77.36	40.74	1.69
T=200 años	729.77	860.39	864.59	865.85	869.31	0.023394	9.93	88.7	81.61	1.69
T=200 años	729.77	859.03	863.35	864.57	868.11	0.024491	10.06	89.46	81.92	1.75
T=200 años	729.77	858.01	862.33	863.54	866.95	0.021528	9.83	90.01	80.83	1.64
T=200 años	729.77	856.93	861.02	862.33	865.84	0.022845	10.06	86.63	65.2	1.73
T=200 años	729.77	855.61	859.69	861.08	864.6	0.026789	9.88	78.91	57.39	1.86
T=200 años	729.77	854.53	858.61	859.8	863.36	0.025599	10.14	88.81	69.96	1.81
T=200 años	729.77	853.93	857.51	858.54	861.99	0.028755	10.22	98.26	108.76	1.88
T=200 años	729.77	852.11	856.44	857.57	860.7	0.023562	9.67	97.4	94.7	1.69
T=200 años	729.77	851.3	855.36	856.54	859.55	0.022275	9.57	98.52	91.9	1.63
T=200 años	729.77	849.75	854.17	855.39	858.47	0.020836	9.5	95.98	99.12	1.59
T=200 años	729.77	848.33	852.83	854.22	857.42	0.020786	9.66	85.34	60.71	1.6
T=200 años	729.77	847.21	850.12	851.59	855.73	0.063011	10.5	69.53	43.13	2.64

T=200 años	729.77	846.78	850.31	851.88	854.61	0.029204	9.19	79.37	33.57	1.91
T=200 años	729.77	846.27	850.15	851.75	853.96	0.024397	8.64	84.44	33.2	1.73
T=200 años	729.77	845.32	849.35	850.74	852.81	0.021398	8.24	88.53	32.81	1.6
T=200 años	729.77	844.96	849.34	850.39	851.98	0.01263	7.29	106.13	49.93	1.31
T=200 años	729.77	844.15	848.05	849.3	851.2	0.01955	7.88	94.24	43.84	1.57
T=200 años	729.77	843.49	847.67	848.59	850.38	0.0135	7.51	113.3	81.81	1.37
T=200 años	729.77	842.92	846.53	847.63	849.58	0.019469	7.8	97.15	51.27	1.59
T=200 años	729.77	842.16	845.87	846.54	848.75	0.014425	7.65	102.4	47.9	1.42
T=200 años	729.77	841.57	844.73	845.68	848.09	0.018762	8.14	90.41	33.89	1.56
T=200 años	729.77	841.24	845.21	845.73	847.72	0.010739	7.16	107.33	34.28	1.25
T=200 años	729.77	840.37	844.74	845.41	847.13	0.013464	7	112.31	53.31	1.33
T=200 años	729.77	839.79	843.41	844.29	846.38	0.016575	7.78	100.54	50.74	1.49
T=200 años	729.77	839.22	843.35	843.99	845.66	0.012117	7.01	115.46	52.83	1.3
T=200 años	729.77	837.89	842.69	842.69	843.86	0.006926	5.33	156.58	63.81	0.95
T=200 años	729.77	837.09	840.95	841.69	843.33	0.018466	7.51	120.41	89.47	1.53
T=200 años	729.77	836.57	840.61	841.2	842.58	0.012167	6.5	127.04	71.44	1.27
T=200 años	729.77	835.75	839.7	840.36	841.89	0.015095	6.85	119.34	67.78	1.4
T=200 años	729.77	834.93	838.89	839.56	841.08	0.01701	6.91	119.7	74.9	1.47
T=200 años	729.77	834.23	838.56	839.05	840.35	0.012377	6.24	131.4	71.67	1.26
T=200 años	729.77	833.69	837.8	838.31	839.75	0.011232	6.27	122.98	59.37	1.23
T=200 años	729.77	832.48	837.99	838.03	839.37	0.006219	5.34	147.11	55.31	0.94
T=200 años	729.77	831.95	836.18	837.17	838.87	0.016932	7.27	100.42	40.56	1.47
T=200 años	729.77	831.28	835.49	836.34	838.05	0.015682	7.1	104.03	48.49	1.43
T=200 años	729.77	830.65	835.18	835.65	837.38	0.01136	6.58	112.65	44.16	1.24
T=200 años	729.77	829.94	836	836.09	837.1	0.004878	5.04	176.95	84.46	0.82
T=200 años	729.77	829.44	834.82	835.38	836.77	0.009031	6.63	136.11	78.01	1.11
T=200 años	729.77	828.26	836.13	834.33	836.36	0.000702	2.48	361.02	94.23	0.32
T=200 años	729.77	828.1	834.58	834.58	836.27	0.006459	5.85	131.91	41.71	0.93
T=200 años	729.77	827.82	831.42	832.83	835.64	0.028032	9.11	80.11	33.75	1.89
T=200 años	729.77	827.34	830.8	831.9	834.35	0.023149	8.43	89.31	42.37	1.73

T=200 años	729.77	826.67	831.75	832	833.64	0.008325	6.16	122.11	41.66	1.08
T=200 años	729.77	825.99	829.42	830.48	832.92	0.028196	8.3	88.39	45.79	1.86
T=200 años	729.77	825.22	829.74	830.23	831.98	0.012712	6.64	109.88	41.08	1.3
T=200 años	729.77	824.7	830.24	830.24	831.72	0.005154	5.45	143.66	61.31	0.88
T=200 años	729.77	824.14	829.01	829.75	831.34	0.011357	6.77	109.17	48.57	1.24
T=200 años	729.77	823.65	828.02	828.9	830.7	0.014034	7.25	100.73	37.22	1.37
T=200 años	729.77	822.89	828.04	828.58	830.13	0.008981	6.53	120.27	50.3	1.11
T=200 años	729.77	822.24	827.84	828.27	829.72	0.007838	6.25	128.9	52.67	1.03
T=200 años	729.77	821.83	826.94	827.65	829.24	0.011503	6.82	114.22	52.19	1.23
T=200 años	729.77	821.12	826.52	827.26	828.72	0.009545	6.78	123.64	76.61	1.15
T=200 años	729.77	820.59	824.58	825.67	827.94	0.028179	8.83	95.3	57.22	1.86
T=200 años	729.77	820.14	823.42	824.32	826.51	0.028769	8.26	97.96	62.39	1.87
T=200 años	729.77	819.19	825.46	823.76	825.82	0.001001	3	298.15	86.23	0.41
T=200 años	729.77	818.63	825.71	822.83	825.79	0.000195	1.35	590.9	116.09	0.18
T=200 años	729.77	818.31	825.55	820.14	825.79	0.000695	2.4	371.99	111.38	0.33
T=200 años	729.77	817.15	823.48	819.19	825.72	0.005753	6.85	116.42	27.23	0.96
T=200 años	729.77	816.48	823.58	818.63	824.15	0.001274	3.51	231.37	52.86	0.46
T=200 años	729.77	815.84	822.2	818.31	824.01	0.006479	5.99	124.75	40.38	0.93
T=200 años	729.77	815.32	819.34	817.15	823.45	0.021772	8.99	81.25	29.3	1.7
T=200 años	729.77	814.7	819.16	816.48	822.51	0.015932	8.32	93.32	34.9	1.49
T=200 años	729.77	813.62	820.96	815.84	821.42	0.001202	3.22	270.52	84.29	0.44
T=200 años	729.77	813.62	821.04	815.32	821.37	0.000881	2.73	325.52	110.38	0.37
T=200 años	729.77	812.98	820.61	814.7	821.3	0.001793	3.89	226.04	85.17	0.53
T=200 años	729.77	812.62	820.73	813.62	821.23	0.00109	3.32	267.66	86.16	0.43
T=200 años	729.77	812.04	819.78	813.62	821.13	0.003549	5.54	163.57	58.55	0.72
T=200 años	729.77	811.6	820.19	812.98	820.99	0.001684	4.03	192.3	42.73	0.51
T=200 años	729.77	811.27	818.33	812.62	820.82	0.00745	7.02	106.2	24.51	0.95
T=200 años	729.77	810.91	814.83	812.04	820.12	0.031355	10.19	71.64	26.51	1.98
T=200 años	729.77	810.48	814.13	811.6	818.68	0.025572	9.45	77.2	27.04	1.79
T=200 años	729.77	809.16	812.21	811.27	815.44	0.041333	7.97	91.63	64.79	2.13

T=200 años	729.77	808.72	812.15	810.91	814.17	0.016458	6.77	131.69	140.36	1.44
T=200 años	729.77	807.81	812.38	810.48	813.63	0.007098	5.1	164.85	125.3	0.98
T=200 años	729.77	806.99	810.47	809.16	813.06	0.019752	7.58	104.82	52.51	1.57
T=200 años	729.77	806.58	811.42	808.72	812.54	0.005563	4.86	168.16	81.68	0.87
T=200 años	729.77	805.25	810.28	807.81	810.38	0.000395	1.47	522.05	149.62	0.24
T=200 años	729.77	804.03	809.97	806.99	810.35	0.001142	3.01	280.95	77.07	0.43
T=200 años	729.77	804.26	809.99	806.58	810.29	0.001123	2.61	313.67	98.32	0.42
T=200 años	729.77	803.47	809.75	805.25	810.21	0.001751	3.54	256.69	81.54	0.49
T=200 años	729.77	803.2	809.72	804.03	810.13	0.001469	3.17	271.51	85.27	0.47
T=200 años	729.77	802.54	808.87	804.26	810.01	0.00386	5.46	181.22	75.71	0.76
T=200 años	729.77	801.52	808.68	803.47	809.32	0.001908	4.04	231.9	77.52	0.55
T=200 años	729.77	801.28	809	803.2	809.26	0.000683	2.53	338.64	81.24	0.34
T=200 años	729.77	800.68	808.94	802.54	809.22	0.000644	2.64	331.96	77.44	0.33
T=200 años	729.77	800.62	808.32	801.52	809.15	0.002026	4.37	200.92	57.16	0.55
T=200 años	729.77	799.61	808.64	801.28	809.04	0.001739	3.11	266.54	71.73	0.36
T=200 años	729.77	799.1	808.49	800.68	808.96	0.001419	3.4	267.09	78.28	0.4
T=200 años	729.77	800.19	807.81	800.62	808.84	0.004287	5.1	186.72	81.88	0.7
T=200 años	729.77	798.35	804.17	799.61	808.41	0.018309	9.12	79.99	16.03	1.3
T=200 años	729.77	798.05	802.26	799.1	807.34	0.024967	10.28	77.38	33.16	1.81
T=200 años	729.77	797.27	804.6	800.19	805.21	0.001266	3.76	232.6	57.29	0.47
T=200 años	729.77	796.48	803.19	798.35	805.09	0.005321	6.57	129.83	34.91	0.85
T=200 años	729.77	795.99	801	798.05	804.67	0.025337	9.23	89.51	35.23	1.34
T=200 años	729.77	796.84	803.01	797.27	803.91	0.00287	5.06	188.37	58.99	0.67
T=200 años	729.77	794.73	801.96	796.48	803.71	0.005117	6.3	137.1	41.07	0.83
T=200 años	729.77	794.34	799.53	795.99	803.26	0.017178	8.88	91.09	36.46	1.45
T=200 años	729.77	793.49	798.59	796.84	802.41	0.016853	9.31	92.89	40.22	1.46
T=200 años	729.77	791.79	796.59	794.73	801.49	0.01964	10.04	78.25	27.07	1.61
T=200 años	729.77	791.59	796.4	794.34	800.92	0.020559	9.49	79.38	28.28	1.66
T=200 años	729.77	792.33	798.22	793.49	800.25	0.007873	6.81	133.63	61.45	0.97
T=200 años	729.77	791.52	797.17	791.79	799.81	0.009675	7.6	115.99	55.36	1.13

T=200 años	729.77	791.45	795.4	791.59	799.1	0.022729	8.52	86.47	40.27	1.71
T=200 años	729.77	790.83	795.57	792.33	798.29	0.011395	7.68	115.74	74.59	1.25
T=200 años	729.77	790.55	794.18	791.52	797.46	0.025959	8.19	101.97	112.75	1.78
T=200 años	729.77	789.85	794	791.45	796.42	0.016012	7.43	121.89	113.79	1.44
T=200 años	729.77	789.46	794.72	790.83	795.09	0.001678	3.14	287.79	104.19	0.5
T=200 años	729.77	788.79	794.7	790.55	795.01	0.001337	2.84	302.38	90.34	0.4
T=200 años	729.77	788.28	794.69	789.85	794.96	0.000888	2.7	329.99	86.39	0.37
T=200 años	729.77	788.19	793.44	789.46	794.86	0.004968	5.89	149.95	52.97	0.88
T=200 años	729.77	787.71	791.77	788.79	794.42	0.016543	7.39	105.07	49.9	1.47
T=200 años	729.77	787.48	792.17	788.28	793.84	0.007983	5.9	143.61	95.85	1.03
T=200 años	729.77	786.74	788.64	788.19	792.81	0.053515	9.05	80.65	56.73	2.42
T=200 años	729.77	785.08	789.14	787.71	789.35	0.000925	2.08	369.39	123.51	0.37
T=200 años	729.77	783.99	789.1	787.48	789.31	0.000644	2.15	380.2	108.02	0.32