

11.2.2 Ambiente y recursos naturales

Uso y rehuso del agua, conservación de suelos permeables, abatir contaminación, uso del bioclimatismo, uso adecuado de la flora, energías alternativas.

Los espacios abiertos contribuyen al logro de las metas del desarrollo sostenible de las comunidades porque fortalecen la economía, (incorporando actividades de aprovechamiento de los recursos naturales), preservan áreas ambientalmente importantes, brindan oportunidades para la recreación y, dirigen el desarrollo urbano, hacia las comunidades existentes. La preservación de espacios abiertos puede tener un profundo impacto en la calidad de vida de una ciudad y, por consiguiente, en la bonanza económica de una región.¹⁵

Se entenderá por espacios abiertos como el suelo que debe ser conservado sin desarrollar (dentro de límite del centro de población, tanto al interior del área urbana como al exterior), y protegerse o restaurarse en orden de mantener o mejorar su valor ambiental, escénico (paisaje), social (recreativo y de convivencia), ecológico (hidrológico y geológico) y económico (aprovechamiento y recarga de recursos), cuya aptitud puede variar entre los siguientes rubros:

- Áreas naturales como soporte de procesos ecológicos interdependientes y hábitat de vida silvestre.
- Zonas de inundación natural o controlada y recarga de acuíferos;
- Corredores hidrológicos;
- Actividades pasivas o de bajo impacto (recreativas o no motorizadas);
- Actividades de cultivo para consumo o explotación.

Por otro lado, con respecto al fenómeno del cambio climático y los efectos de éste, (extremas temperaturas y avenidas de lluvia extraordinarias), la estrategia prestará especial atención en las superficies permeables del suelo y de áreas verdes como factores fundamentales para mitigar el impacto de estos efectos desde el tema ambiental.

Finalmente, de acuerdo a las características de clima semiárido de la región, con respecto al recurso hídrico, que si bien, solamente se presenta de manera temporal pero en abundancia, resulta fundamental incorporar su aprovechamiento como parte de esta estrategia.

¹⁵ International City/County Management Association (ICMA) y Smarth Growth Network (2003) *Getting to Smart Growth, 100 policies for implementation*. 43 p.

Asimismo, con el objetivo de prevenir y mitigar los riesgos, principalmente ocasionados por el agua, esta estrategia aborda las condicionantes para el ordenamiento territorial desde esta perspectiva.

De acuerdo a los anteriores argumentos, la estrategia del ambiente y los recursos naturales, estará integrada por los siguientes componentes:

1. Protección y preservación de espacios abiertos y zonas de valor ambiental.
2. Integración urbana-ambiental a través de los cuerpos de agua y el espacio público.
3. Manejo y aprovechamiento del agua pluvial.
4. Ordenamiento territorial con criterios de prevención y mitigación de zonas de riesgo ambiental.

Protección y preservación de espacios abiertos y zonas de valor ambiental

Es necesario entender la necesidad de la preservación y protección de estos espacios abiertos y no partir del supuesto de que éstos espacios son "inútiles" o "desaprovechados" para la ciudad, ya que pueden tener tantos usos como la comunidad sea capaz de desarrollarse, económica, social y ambientalmente, siempre bajo un enfoque de sostenibilidad, es decir, de retribuir o compensar al ambiente, el espacio o recursos consumidos o utilizados.

Si bien, la movilidad es el incentivo para que los gobiernos amplíen las políticas regionales del crecimiento, la política ambiental debe ser la contraparte reguladora. Así como las inversiones para los medios de transporte forman las pautas de circulación que determinan la forma urbana de las ciudades, las regulaciones ambientales deben determinar las pautas del espacio abierto que forman las fronteras del crecimiento urbano¹⁶.

La preservación de los espacios abiertos y zonas de valor ambiental, ayuda a proteger hábitat de vida silvestre, lugares de belleza natural y tierras cultivables, pero es necesario desahogarlos de la presión al desarrollo y dirigir el crecimiento nuevo hacia las áreas existentes. La preservación beneficia al medio ambiente, combatiendo

¹⁶ Peter Calthorpe, William Fulton (2001) *The Regional City: Planning for the end of sprawl*. Island Press, Estados Unidos. 92 p.

la contaminación atmosférica, atenuando el ruido, controlando el viento, proveyendo control de erosión y moderando las temperaturas. Finalmente, los espacios abiertos también protegen los recursos de aguas subterráneas y superficiales, filtrando basura, escombros y contaminantes químicos antes de que puedan infiltrarse a los acuíferos.

La expansión de la ciudad de Chihuahua ha ejercido una gran presión sobre las zonas determinadas como preservación ecológica¹⁷. Es así que se ha determinado que aproximadamente el 20 % del suelo de las propuestas de modificación de uso de suelo entre el año 2002 a 2007¹⁸ ha sido de preservación ecológica a usos urbanizables. Este crecimiento ha impactado fuertemente, y en algunos casos de manera irreversible en los ecosistemas locales y en gran medida debido a que las áreas de valor ambiental, (incluyendo las de recarga de acuíferos), no cuentan con los estudios técnicos que justifiquen su conservación y mucho menos con instrumentos legales que las protejan de la presión del desarrollo urbano.

De acuerdo a lo anterior, será necesario asumir las medidas que permitan preservar y proteger estos espacios en base a su caracterización y aptitud:

- Decretar como Áreas Naturales Protegidas¹⁹ (ANP) aquellas que en base a sus características ambientales (Unidades de Paisaje²⁰), por su alto valor ecológico, por su aptitud de recarga del acuífero y características de biodiversidad, deben ser conservadas y protegidas; que deberán estar apoyadas por instrumentos legales y financieros que permitan que la adquisición y conservación de estos espacios sean de propiedad pública o privada.
- Implementar y dar seguimiento a los instrumentos de ordenamiento urbano y ambiental, como es el caso de la zona de las Tres Presas.

¹⁷ Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población Chihuahua (2001).

¹⁸ Fuente: Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología Municipal

¹⁹ Estado de Chihuahua (POE 2005.06.08) *Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*, Título Quinto, Capítulo III, Declaratorias para el establecimiento, conservación, administración, desarrollo y vigilancia de las áreas naturales protegidas. Art. 71 al 83.

²⁰ Francisco Núñez (2006), Diagnóstico Ambiental Urbano, IMPLAN

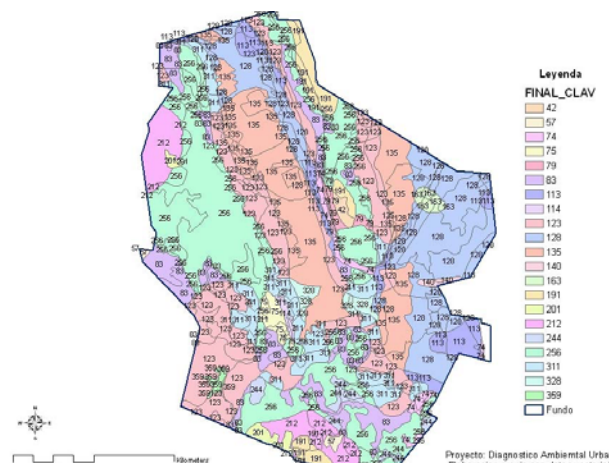


Ilustración 178: Unidades de paisaje superior dentro del límite de Centro de Población de la ciudad de Chihuahua
 Fuente: Biol. Francisco Núñez (2006) Diagnóstico Urbano Ambiental, IMPLAN

Integración urbana-ambiental de los elementos naturales

Dentro de la estrategia ambiental, resaltan dos componentes principalmente, que a su vez, tienen una relación directa con otros dos temas estratégicos; por un lado, el de áreas verdes (Ver capítulo *Equipamiento y Espacio Público*) y el manejo y aprovechamiento del agua pluvial (ver capítulo *Infraestructura*). Los cuerpos de agua son protagonistas de esta estrategia, tanto en forma de presas y acuíferos, como de ríos y arroyos. En cuanto a su tratamiento en el área urbana, serán los que den pauta a la red de espacios abiertos que integre la "infraestructura verde", aprovechando la presencia de 22 arroyos y 2 ríos en la ciudad, que por sus condiciones naturales permiten con mayor facilidad incorporar procesos de mantenimiento de áreas verdes. Para ello será necesario adoptar las siguientes medidas que permitan dar un tratamiento integrador de los cuerpos de agua y aprovecharlos en dotación de áreas verdes en el entorno urbano:

- Proteger y restaurar los ríos Sacramento y Chuvíscar, así como los 22 arroyos que se encuentran dentro del área urbana, previo análisis de factibilidad por tramos (ver PSMAP²¹), para mantener las conexiones

²¹ Hidroconsultores, Ing. Samuel Chavarría, *Plan Sectorial de Manejo del Agua Pluvial* (2006), IMPLAN.

biológicas o “infraestructura verde” y crear elementos de control de avenidas; igualmente que deberán apoyarse en mecanismos legales y administrativos, para la recuperación, custodia, operación y mantenimiento de las zonas federales de los ríos y arroyos de la ciudad.

- Establecer la normatividad correspondiente a guías de diseño sobre el tratamiento de áreas verdes, elementos urbanos y de infraestructura para el aprovechamiento del agua pluvial en los arroyos.



Ilustración 179: Corredor verde (Bogotá, Colombia)

Fuente: Fundación, Por el país que queremos (2006) Glosario de elementos del espacio público

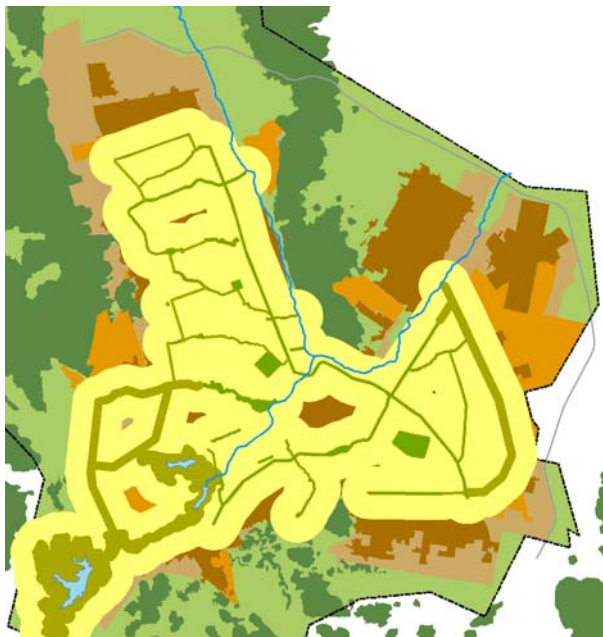


Ilustración 180: Esquema de red de espacio público de la ciudad de Chihuahua y su radio de influencia a un kilómetro.

Fuente IMPLAN (2008) Elaboración propia

Control, manejo y uso eficiente de los recursos naturales

Un asunto global primario para el nuevo siglo será el agua como un recurso escaso. En las zonas semiáridas, el agua es un recurso limitado, pero renovable (...) La escasez es una situación que requiere emprender acciones de conservación y aprovechamiento del agua dentro del ciclo natural que interrumpimos para su utilización.²²

Si bien, algunas alternativas de aprovechamiento del agua pluvial serán posibles dentro del área urbana, una parte importante también lo representa su retención fuera de ésta, lo cual permitirá su aprovechamiento en otros usos y mitigación de los efectos de las avenidas extraordinarias que se presentan aguas abajo. Como complemento al punto anterior y para que sea posible la utilización de estos arroyos como parte de la red de espacios públicos, será necesario tener un riguroso control, aguas arriba sobre el manejo del agua que permita la utilización de estos cauces en otros usos de manera temporales.

Para ello ha sido necesario conocer las condiciones que presenta cada arroyo, tanto en su estado natural como en las áreas con obras de urbanización, así como el nivel de riesgo que representan para el contexto inmediato; y de esta manera determinar la implementación de las diferentes estrategias propuestas para cada arroyo (o secciones dentro de éstos), de acuerdo a sus características y condiciones.

Con el anterior antecedente, se elaboró el *Plan Sectorial de Manejo del Agua Pluvial*, el cual basa su estrategia en los siguientes criterios:

1. Reducir los gastos pico mediante la rehabilitación, ampliación o construcción de vasos reguladores.
2. Encauzamiento y rectificación de arroyos, con capacidad para permitir el paso del agua pluvial proveniente de tormentas con un periodo de retorno de 500 años en zonas urbanas²³, según las normas de la Comisión Nacional del Agua.
3. Captación de una parte del volumen escurrido de agua en vasos reguladores para su

²² Trinity River Corridor Project Office (2003), *A Balanced Vision Plan for the Trinity River Corridor*, Dallas, Texas.. 27 p.

²³ De acuerdo a la normatividad de la Comisión Nacional del Agua.

- aprovechamiento en usos pecuarios, agua potable, riego o recarga de los mantos acuíferos.
4. Evitar las inundaciones que actualmente se presentan en las zonas bajas de las cuencas, mediante la construcción de una red de encauzamientos pluviales que desalojen el agua efectivamente.
 5. Crear zonas de inundación controlada, estructuras de tratamiento y pozos de absorción, con el propósito de favorecer la infiltración como medio de recarga de acuíferos.
 6. Crear corredores ecológicos a lo largo de los cauces de arroyos con cauces piloto para lluvias promedio y áreas inundables para gastos extraordinarios.



Ilustración 181: Arroyo "Plaza de Toros", tramo entre la C. Arizona y Blvd. O. Mena

Fuente IMPLAN (2007) Elaboración propia

En este apartado se definen las alternativas que se consideran factibles para cada una de las cuencas y sub-cuencas de la zona de estudio.

Las acciones que se propongan realizar en cada sub-cuenca, afectan al comportamiento del flujo del agua en las partes más bajas de la misma. Las alternativas tienen la visión de cumplir con los criterios de manejo del agua descrito en el apartado anterior.

Las alternativas propuestas por sub-cuenca, dependen de las características físicas, hidrológicas, uso del suelo y estarán de acuerdo con los objetivos que se persiguen a nivel de toda la cuenca en su conjunto, tanto en lo que se refiere al control del agua como al manejo y aprovechamiento de este recurso.

A continuación se describen las posibles acciones que pueden ser realizadas para cada sub-cuenca, en base a esto, se realizarán los análisis de los escurrimientos

teniendo como herramienta principal el modelo de simulación HEC-HMS.

Las acciones por cuencas y sub-cuencas a analizar son las siguientes:

Cuenca: Río Sacramento

En esta cuenca se contempla una serie de acciones para cada sub-cuenca, en donde, por las características y volúmenes de agua calculados para las condiciones actuales, es necesario lograr los siguientes objetivos:

- a) Reducir el gasto máximo en el río Sacramento.- Para esto, se propone la construcción de una serie de presas reguladoras en las partes altas y medias de la cuenca. En base a la topografía y condiciones de sitios seleccionados, se proponen las siguientes obras de control: 3 Presas en el arroyo Calabacillas, 1 presa en el arroyo Los Tanques, 2 presas en el arroyo Seco y una presa en el arroyo Nogales Norte.
- b) Generar áreas ecológico – turísticas en las inmediaciones de las presas.- Este beneficio tendrá un gran impacto en la zona, tanto en la ecología del lugar como oportunidades de trabajo para los habitantes y propietarios de los sitios seleccionados. La propuesta es diseñar almacenamientos, en donde parte de la capacidad, quede almacenada permanentemente y otra parte actúe como regulador para avenidas máximas y para ofrecer un gasto ecológico al cauce.
- c) Infiltración de agua pluvial para recarga del acuífero.- Esta acción puede ser realizada a lo largo del río Sacramento, principalmente en el tramo comprendido entre el poblado de este nombre hasta la confluencia con el río Chuvíscar. El beneficio es reducir el nivel de sobreexplotación del acuífero y mejorar las condiciones ecológicas en el tramo señalado.
- d) Encauzar los arroyos cuyo trazo se ubica en la zona urbana.- Parte de los arroyos Los Arcos, Nogales Norte, Picacho, El Mimbresur, El Saucito y Galeras, ha sido ocupado por la zona urbana. Algunos tramos y sitios de cruce no cuentan con la capacidad para conducir el gasto máximo por lo que es necesario elaborar los proyectos para las obras que garanticen la seguridad de la población.

Las acciones que se deberán analizar por sub-cuenca son las siguientes:

Tabla 20:

SUBCUENCA	ACCIONES PROPUESTAS
CALABACILLAS	Construir tres presas reguladoras para reducir hasta en un 85% el escurrimiento que aporta esta sub-cuenca.
LOS TANQUES	Construir una presa reguladora con la cual reducir el gasto hasta en un 77% el escurrimiento que aporta esta sub-cuenca.
SACRAMENTO I	En esta sub-cuenca se encuentra la presa San Marcos. No se tienen consideradas acciones adicionales para control de avenidas.
SACRAMENTO II	Corresponde a la zona inmediatamente aguas debajo de la presa San Marcos. No se consideran acciones adicionales.
SACRAMENTO III	Llega aproximadamente hasta el pueblo de Col. Sacramento. No se consideran acciones adicionales.
SACRAMENTO IV	Tramo entre Col. Sacramento y confluencia con arroyo Calabacillas. En este tramo es posible construir obras para infiltración de agua pluvial a lo largo del cauce del río Sacramento.
SACRAMENTO V	Tramo entre las confluencias del arroyo Calabacillas y arroyo Nogales Norte. En este tramo es posible construir obras para infiltración de agua pluvial a lo largo del cauce del río Sacramento.
SACRAMENTO VI	Tramo entre confluencia del arroyo Nogales Norte y arroyo Saucito. En este tramo es posible construir obras para infiltración de agua pluvial a lo largo del cauce del río Sacramento. Es necesario dar el área hidráulica al cauce para evitar inundaciones en fraccionamientos ubicados en la margen derecha.
SACRAMENTO VII	Tramo entre confluencia del arroyo Saucito y río Chuvíscar. No se contemplan acciones adicionales para control de avenidas. Sin embargo, es necesario dar el área hidráulica al río para evitar inundaciones en fraccionamientos ubicados en la margen derecha.
SECO	Construir dos presas reguladoras para reducir hasta en un 30% el escurrimiento que aporta esta sub-cuenca. En esta sub-cuenca también se pueden realizar obras de retención de agua en terrenos planos para provocar el humedecimiento e infiltración de agua hacia el subsuelo.
MAJALCA	Construir una presa reguladora con la cual reducir el gasto hasta en un 72% el escurrimiento que aporta esta sub-cuenca.
EL MIMBRE NORTE	No se contemplan acciones de regulación. Su trazo aun está fuera de la zona urbana, el cauce cuenta con suficiente área hidráulica.
EL ALAMO	No se contemplan acciones de regulación. Este arroyo quedará en un futuro dentro de la zona urbana. Es necesario considerar su adecuado encauzamiento para evitar inundaciones en los futuros desarrollos.
LOS NOGALES NORTE	Construir una presa reguladora con la cual reducir el gasto hasta en un 87% el

SUBCUENCA	ACCIONES PROPUESTAS
	escurrimiento que aporta esta sub-cuenca. El cauce de este arroyo está revestido dentro de la zona urbana para la capacidad total. La construcción de la presa tendrá la finalidad de reducir el gasto máximo en el río Sacramento a fin de reducir riesgos de inundación en la margen derecha del mismo. Es conveniente revisar la opción de infiltrar parte del agua que se pueda retener en la presa propuesta.
LOS ARCOS	No se contemplan acciones de regulación. Gran parte de este arroyo queda dentro de la zona urbana. Algunos tramos el agua fluye por las calles por lo que es necesario considerar su adecuado encauzamiento para evitar inundaciones en los futuros desarrollos.
EL PICACHO	No se contemplan acciones de regulación. Este arroyo está mayormente encauzado, parte con revestimiento de concreto y parte con superficie de tierra. Es conveniente revisar posibles áreas de inundación controlada en tierra.
MAGALLANES	Todo el arroyo se ubica en zona urbana. Es necesario considerar su adecuado encauzamiento.
EL MIMBRE SUR	No se contemplan acciones de regulación. Es necesario revisar y encauzar adecuadamente el trazo del arroyo dentro de la zona urbana.
LA GALERA	Gran parte de este arroyo se ubica dentro de la zona urbana con encauzamientos adecuados. Es necesario revisar y reconstruir algunos sitios de cruce que no tienen la capacidad hidráulica adecuada.

Las obras propuestas, como primera opción viable por cuenca, son las siguientes:

Alternativa de solución para la cuenca del río Sacramento

En esta cuenca, los criterios que se definieron son reducir significativamente el gasto máximo en el río, en el tramo donde la ciudad está colindando con el cauce, es decir, desde la confluencia del arroyo Los Nogales, hasta la descarga en el río Chuvíscar.

Para lo anterior, se propone construir una serie de presas reguladoras que dejen en su almacenamiento un volumen para fines turísticos, ecológicos, protección contra incendios forestales, entre otros beneficios. La capacidad propuesta para fines de regulación se define por el volumen de agua que escurre en la cuenca para una tormenta con un periodo de retorno de 100 años, dato obtenido tomando como referencia las presas Chihuahua, Rejón y San Marcos.

Las presas y sus capacidades de proyecto son las siguientes:

Tabla 21: Capacidad de Vasos Reguladores propuestos

PRESAS	CAPACIDAD	
Punta de Agua 1	5.10	Mm3

TERCERA ACTUALIZACIÓN
PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA: VISIÓN 2040

Punta de Agua 2	0.65	Mm3
Majalca	4.45	Mm3
Calabacillas 1	10.00	Mm3
Calabacillas 2	2.00	Mm3
Calabacillas 3	2.90	Mm3
Los Tanques	3.90	Mm3
Nogales Norte	1.35	Mm3
TOTAL	30.35	Mm3

Cuenca: Río Chuvíscar

La cuenca de este río, hasta su confluencia con el río Sacramento, está muy regulado por las presas Chihuahua, Chuvíscar y El Rejón. No se identificaron sitios para provocar regulaciones adicionales que puedan beneficiar de manera significativa al control de los escurrimientos, principalmente por contar con el revestimiento del río dentro de la zona urbana.

Las acciones de control necesarias en esta cuenca se dirigen hacia el encauzamiento de los arroyos, en los tramos que se ubican dentro de la zona urbana, lo cual traerá como beneficio el evitar inundaciones y riesgos a la población.

A continuación se describen las acciones que se consideran más importantes para cada sub-cuenca hasta la boquilla de Aldama.

Tabla 22: Acciones propuestas.

SUBCUENCA	ACCIONES PROPUESTAS
CHUVÍSCAR I	Esta sub-cuenca descarga en la presa Chihuahua. La regulación se esta realizando con esta obra hidráulica por lo que no requiere de obras adicionales.
CHUVÍSCAR II	Esta sub-cuenca descarga en la presa Chuvíscar. La regulación se esta realizando con esta obra hidráulica aunque de manera limitada por el azolvamiento de la misma. Las obras que pueden considerarse, consisten en realizar proyectos de reacondicionamiento de los márgenes del río para controlar las áreas inundables y planear las áreas verdes en ambos márgenes.
CHUVÍSCAR III	Estas sub-cuencas se ubican a ambos lados del río Chuvíscar entre la presa Chuvíscar y la confluencia con el río Sacramento.
CHUVÍSCAR IV	
CHUVÍSCAR V	
CHUVÍSCAR VI	

SUBCUENCA	ACCIONES PROPUESTAS
CHUVÍSCAR VII	Es una zona urbanizada en su mayor parte y el río esta revestido con la capacidad requerida. No se contemplan obras adicionales.
CHUVÍSCAR VIII	
REJON	Esta sub-cuenca descarga en la presa El Rejón. La regulación se esta realizando con esta obra hidráulica por lo que no requiere de obras adicionales.
LA CANTERA	La parte baja de la cuenca está ocupada por la urbanización de la ciudad. No se contemplan obras de regulación. Es posible considerar áreas verdes con inundación controlada en las partes medias de la cuenca, del periférico de la juventud hacia arriba.
PLAZA DE TOROS	Está encauzado la parte alta de la sub-cuenca, cuenta con una estructura de regulación. El tramo entre la Av. Ortiz Mena y Calle 23 tiene flujo por la rasante de la calle. Es conveniente analizar la construcción de un canal pluvial.
LAS MALVINAS	Estos arroyos descargan a la margen derecha del río Chuvíscar entre las confluencias del arroyo El Rejón y el río Sacramento. Los cauces están mayormente dentro de la zona urbana. Es necesario elaborar los encauzamientos para evitar que los gastos máximos causen daños, principalmente donde los escurrimientos se presentan por las calles o donde las estructuras de cruce no tienen la capacidad necesaria.
EL BARRO I	
EL BARRO II	
LA CANOA	
CHAMIZAL	
LA MANTECA	Estos dos arroyos están totalmente en zona urbana. Es necesario realizar las obras para su encauzamiento en todo su trazo.
SAN RAFAEL	
SAN JORGE	
SIN NOMBRE	
EL COCEDOR	
SAN DIEGO	Los escurrimientos de estos arroyos bajan del lado sur oriente de la sierra de Nombre de Dios. No se contempla realizar obras de regulación. Las partes bajas de los mismos serán desarrolladas y por lo tanto deberán considerarse los encauzamientos necesarios en los tramos que queden dentro de la zona urbana.
LOS COLORADOS	
CUEVA MOLINAR	
EL DIVISADERO	
EL CHILICOTE	Sus flujos corresponden a las sub-cuencas que descargan a la margen derecha del río Chuvíscar entre la confluencia con el río
EL MIMBRE DE ALDAMA	
EL JAGUEY	

SUBCUENCA	ACCIONES PROPUESTAS
EL MASTRANZO	sacramento y la boquilla de Aldama. No se contemplan obras de control o encauzamiento para estos arroyos ya que su funcionamiento es adecuado en condiciones naturales.

Alternativa de solución para la cuenca del río Chuvíscar

En esta cuenca no se contempla la regulación de gastos máximos, los trabajos que se requieren realizar están mas dirigidos hacia el encauzamiento de los arroyos, sin embargo, los gastos entre las condiciones actuales y las de proyecto varían a partir de la confluencia entre los ríos Chuvíscar y Sacramento debido a la regulación que se propone en la cuenca de este último llegando a reducirse el gasto máximo hasta la boquilla de Aldama.

Por lo anterior, las obras propuestas en esta cuenca, se limitan solo al encauzamiento de los arroyos que cruzan por zonas urbanas.

Cuencas: Arroyo Los Nogales Sur y Cañahuatal

Estas cuencas, ubicadas al sur-este de la ciudad, cuentan con un desarrollo urbano inicial en las partes bajas, específicamente por Ranchería Juárez, Avalos, Col. Aeropuerto y en los últimos 5 años se ha acelerado el crecimiento de la mancha urbana en el área comprendida entre el Boulevard Lombardo Toledano y el Aeropuerto de la ciudad.

Los riesgos más importantes que es necesario atender, son el control de los gastos máximos que se presentan en estos arroyos, sobre todo porque al final de sus cauces, el área hidráulica se va reduciendo hasta desaparecer en llanura inundable. Los terrenos colindantes con el aeropuerto se inundan aun con tormentas de mediana intensidad (TR= 5 años), los escurrimientos provocan el desbordamiento de los cauces en terrenos que actualmente están siendo urbanizados.

Por lo anterior, las alternativas de control consisten principalmente, en la reducción de los gastos máximos mediante obras de regulación en las partes altas y medias de la cuenca, el encauzamiento de los arroyos en los tramos donde se desborda y el aprovechamiento del agua para fines de recarga del acuífero en lo que son actualmente zonas de inundación.

Las alternativas para el control del gasto máximo son las siguientes:

Tabla 23: Alternativas de control.

ALTER-NATIVA	DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS
A1	Encauzamiento arroyos Nogales y Cacahuatal desde el Periférico L. Toledano Hasta su descarga al río Chuvíscar	No se consideran obras de control en las partes altas de las cuencas
A2	Encauzamiento arroyos Nogales y Cacahuatal desde el Periférico L. Toledano Hasta su descarga al río Chuvíscar mas construcción de vasos reguladores en terrenos inundables colindantes con el aeropuerto	Los vasos reguladores regulan el gasto, sirven para recarga del acuífero y área de entretenimiento en época de estiaje
A3	Encauzamiento arroyos Nogales y Cacahuatal desde el Periférico L. Toledano Hasta su descarga al río Chuvíscar mas construcción de una presa cerca de la hacienda de Mápula.	Regula el gasto de la sub-cuenca más grande del área de estudio, existen indicios de una parte de cortina que se puede aprovechar.
A4	Encauzamiento arroyos Nogales y Cacahuatal desde el Periférico L. Toledano Hasta su descarga al río Chuvíscar mas construcción de la Presa Mápula y Presa Carrizalillo.	La Presa Carrizalillo puede retener importantes cantidades de agua antes de llegar a la zona urbana de la ciudad de Chihuahua.
A5-a	Encauzamiento arroyos Nogales y Cacahuatal desde el Periférico L. Toledano Hasta su descarga al río Chuvíscar mas construcción de las Presa Mápula, Presa Carrizalillo y Presa Santa Eulalia	La Presa Santa Eulalia puede ayudar al abastecimiento de agua potable a las localidades del Mpio. de Aquiles Serdán.
A5-b	Encauzamiento arroyos Nogales y Cacahuatal desde el Periférico L. Toledano Hasta su descarga al río Chuvíscar mas construcción de las Presa Mápula, Presa Carrizalillo y Presa	El área seleccionada para este vaso regulador es actualmente una zona de inundación, la propuesta es controlar este problema y reducir el gasto de aportación al arroyo

TERCERA ACTUALIZACIÓN
PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA: VISIÓN 2040

ALTER-NATIVA	DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS
	Santa Eulalia y construcción de vaso regulador entre el Perif. L. Toledano y Arroyo Los Nogales.	Los Nogales.
A6	Encauzamiento arroyos Nogales y Cacahuatal desde el Periférico L. Toledano Hasta su descarga al río Chuvíscar mas construcción de la Presa Mápula y Presa Carrizalillo. Desviar una parte del arroyo Cacahuatal hacia el arroyo los Nogales.	Esta opción tiene la ventaja de habilitar la zona de desarrollo difiriendo una importante inversión en la prolongación del encauzamiento del arroyo Cacahuatal hasta el río Chuvíscar.

El PSMAP hace recomendación de adoptar la Alternativa No. 6 para el control y manejo Pluvial de la Zona sur de la ciudad de Chihuahua, especialmente para garantizar un desarrollo seguro en el área de los Promotores de la Zona Sur, las obras propuestas en esta alternativa son:

- Encauzar el arroyo Los Nogales en el Tramo del Periférico Lombardo Toledano hasta la descarga al río Chuvíscar, en una longitud total de 8,740 m en un canal trapecial de tierra con un ancho de plantilla de unos 19 m y profundidad de 5 m en promedio, el ancho superior es del orden de 35 m.
- Encauzar un tramo de 4,720 m del arroyo Cacahuatal a partir de su inicio con una sección trapecial con una plantilla de 3.5 a 5 m y profundidad de 2.6 a 4.2 m. Este encauzamiento corresponde a una primera etapa de obra para este arroyo, será necesaria otra etapa para el encauzamiento de los restantes 10.98 Km de longitud hasta la descarga en el río Chuvíscar.
- Construir un canal de desviación del arroyo Cacahuatal hacia el arroyo Los Nogales, a partir de la terminación del encauzamiento recomendado en el punto anterior, la longitud de esta desviación es de 3,570 m con una sección trapecial de tierra con plantilla de 5.5 m de ancho y profundidad de 4.90 m.
- Construcción del Canal Aeropuerto ubicado aguas debajo de la colonia Aeropuerto con una

longitud de 3,200 m, y sección hidráulica tipo trapecial con plantilla de 3.5 m y profundidad de 2.80 m.

- Construcción del canal Santa Eulalia ubicado al norte de la puerta de Chihuahua entre el Periférico L. Toledano y el Arroyo Los Nogales en una longitud de 1,425 m con plantilla de 5 m y 3 m de profundidad.
- Construcción de la Presa Mápula en la cual es posible almacenar hasta un volumen de 3.4 Mill de m³, reduciendo considerablemente el gasto máximo en la zona baja de la cuenca, logrando un aprovechamiento de los escurrimientos pluviales.
- Construcción de la Presa Carrizalillo en la cual se estima que se pueden almacenar hasta 3.0 Mill de m³, reduciendo el gasto máximo y aprovechando volúmenes de agua adicionales a los que hoy se captan.
- Con las recomendaciones hasta ahora descritas, quedarán 10.98 km del arroyo Cacahuatal sin encauzar, lo cual puede realizarse en otra etapa constructiva con un canal trapecial cuya plantilla inicia con 3 m de ancho y termina hasta con 13 m y profundidad que va de 3 a 5 m. Esta obra depende de las necesidades de desarrollo aguas debajo de la desviación de la primera parte de este arroyo.
- Es también necesario construir un vaso de captación y regulación de agua en el arroyo Mina Vieja en donde es posible aprovechar las excavaciones realizadas en la extracción de material de banco en las inmediaciones de la sierra de Santa Eulalia. De no ser esto posible, se propone desviar este arroyo en este sitio, hacia el arroyo San Rafael, el cual es paralelo y relativamente cercano al Mina Vieja. Estas acciones traerán beneficios a los fraccionamientos que son cruzados por este arroyo, especialmente el proyectado por el IVI.

Igualmente se recomienda construir un canal pluvial a lo largo del Blvd. Lombardo Toledano por su lado sur, el cual captará las aguas pluviales en los terrenos ubicados entre el arroyo Los Nogales y este Boulevard, dándole alivio a los desarrollos de esa zona.