



**INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS  
TRABAJADORES  
INFONAVIT**



**“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR  
DE LA CUENCA DE  
EL BARREAL EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA”**

**REPORTE  
ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN LOCAL**



“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE  
EL BARREAL EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA”

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. OBJETIVO .....	3
IV. Ubicación de la zona del proyecto .....	4
<b>V. JUSTIFICACION .....</b>	<b>4</b>
V.1. Descripción de la problemática .....	6
<b>VI. METODOLOGÍA DE LA SELECCIÓN DE POLIGONOS EXPUESTOS AL PELIGRO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>12</b>
VII. PROPUESTA DE NUEVAS OBRAS (ZONA NORTE Y ZONA DE TRIANGULO) 19	
A. ZONA NORTE.....	19
SOLUCION LOCAL POLIGONO PMDU 4131.....	19
SOLUCION LOCAL POLIGONOS PMDU 4137, 4138, 4139.....	22
SOLUCION LOCAL POLIGONO PMDU 17089 .....	25
SOLUCION LOCAL POLIGONO AGEB 85.....	28
SOLUCION LOCAL POLIGONO AGEB 86.....	30
SOLUCION LOCAL POLIGONO PMDU 18166 .....	32
SOLUCION LOCAL PMDU 7955.....	33
SOLUCION LOCAL PMDU 2936.....	34
SOLUCION LOCAL PMDU 18856.....	35
SOLUCION LOCAL PMDU 18162.....	36
SOLUCION LOCAL PMDU 2440.....	37
SOLUCION LOCAL PMDU 20380.....	38
SOLUCION LOCAL PMDU 16936.....	39
SOLUCION LOCAL PMDU 7929.....	40
SOLUCION LOCAL PMDU 9515.....	41
B. ZONA TRIANGULO .....	42
SOLUCION LOCAL POLIGONOS PMDU 3259, 3332, 3333 y 3344.....	42
SOLUCION LOCAL PMDU 3645.....	44



“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE  
EL BARREAL EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA”

**VIII. PROPUESTA NUEVAS OBRAS (ZONA SUR Y AGUAS ARRIBA DEL BORDO  
MMH) 45**

SOLUCION LOCAL POLIGONO 8489 .....	45
SOLUCION LOCAL POLIGONO 8488 .....	47
SOLUCION LOCAL POLIGONO 21041 .....	48
SOLUCION LOCAL POLIGONO AGEB 581 .....	49
SOLUCION LOCAL POLIGONO AGEB 650 .....	52
SOLUCION LOCAL POLIGONO 20476 .....	54
SOLUCION LOCAL POLIGONO 17441 .....	56
SOLUCION LOCAL POLIGONO 148.....	57
SOLUCION LOCAL POLIGONO 17941 .....	58
SOLUCION LOCAL POLIGONO 185.....	59
SOLUCION LOCAL POLIGONO 186.....	60
SOLUCION LOCAL POLIGONO 191.....	61
SOLUCION LOCAL POLIGONO 190.....	62
SOLUCION LOCAL POLIGONO 179.....	63
SOLUCION LOCAL PMDU 143 y 147 .....	64
SOLUCION LOCAL PMDU 153 .....	65
SOLUCION LOCAL PMDU 156 .....	66
SOLUCION LOCAL PMDU 6791 .....	67
SOLUCION LOCAL PMDU 18042.....	68
SOLUCION LOCAL POLIGONOS AGUA ARRIBA DEL BORDO MMH .....	69
<b>IX. LISTADO FINAL DE POLIGONOS AFECTADOS.....</b>	<b>71</b>
<b>X. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>74</b>

## **I. INTRODUCCIÓN**

En Ciudad Juárez, en el estado de Chihuahua, durante la temporada de lluvias se presentan situaciones de riesgo a causa de la intensidad con que se presenta la precipitación. El problema se genera aguas abajo de los principales arroyos y diques que desembocan hacia asentamientos urbanos, incrementando con esto los daños a la población y a la infraestructura urbana en general. Ante esta situación es imperativo llevar a cabo la actualización de los estudios hidrológicos requeridos para los diferentes periodos de retorno en las zonas con un marcado crecimiento urbano, de tal forma que podamos conocer a detalle las modificaciones que se han presentado en las cuencas, con el fin de diseñar las obras de control hidráulico requeridas para salvaguardar tanto la vida como de la propiedad en un ambiente de convivencia armónico y sustentable con el medio ambiente.

## **II. OBJETIVO**

Localización de polígonos de desarrollo urbano expuestos al peligro hidrológico.

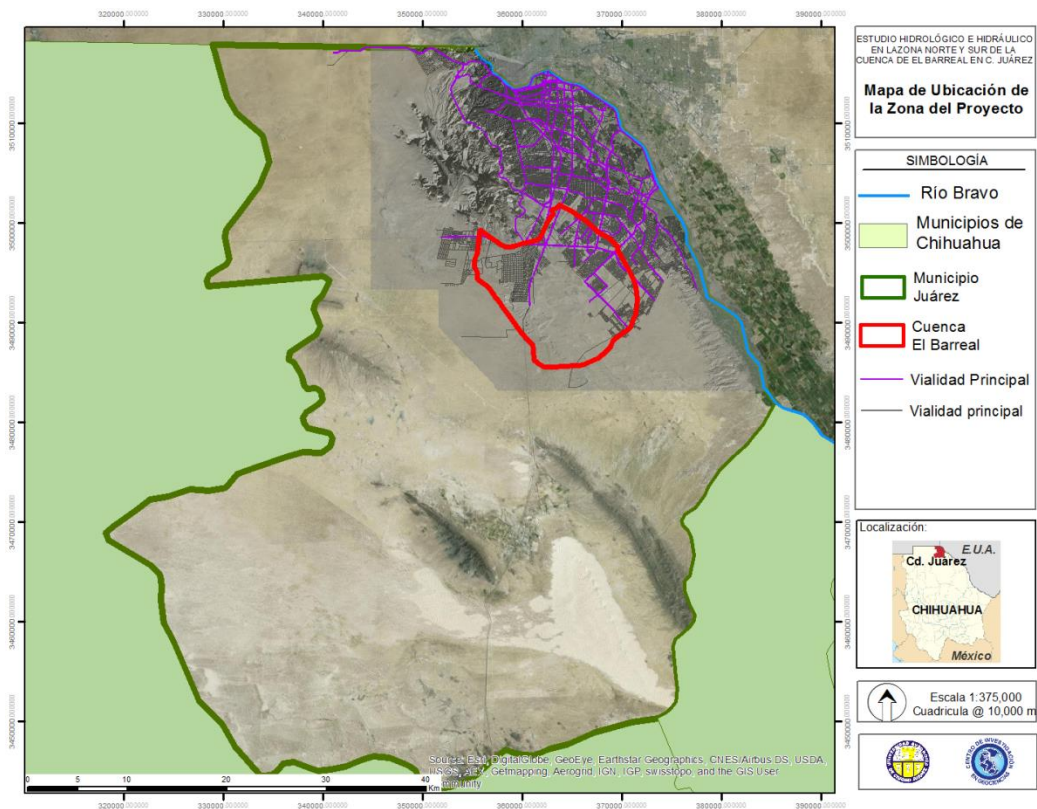
## **III. ALCANCES**

Generar un instrumento a nivel ejecutivo que permita establecer que zonas están expuestas al peligro hidrológico MEDIO, ALTO y MUY ALTO en la cuenca el Barreal.



#### **IV. Ubicación de la zona del proyecto**

El proyecto en cuestión se localiza en el municipio de Ciudad Juárez, Estado de Chihuahua, en la Región Hidrológica “Bolsón del Hueco”, en la cuenca definida por el Plan Sectorial de Manejo de Agua Pluvial (PSMAP) Zona VIII - El Barreal al sur de la ciudad, tal como se puede ver en la Figura IV.1.1.



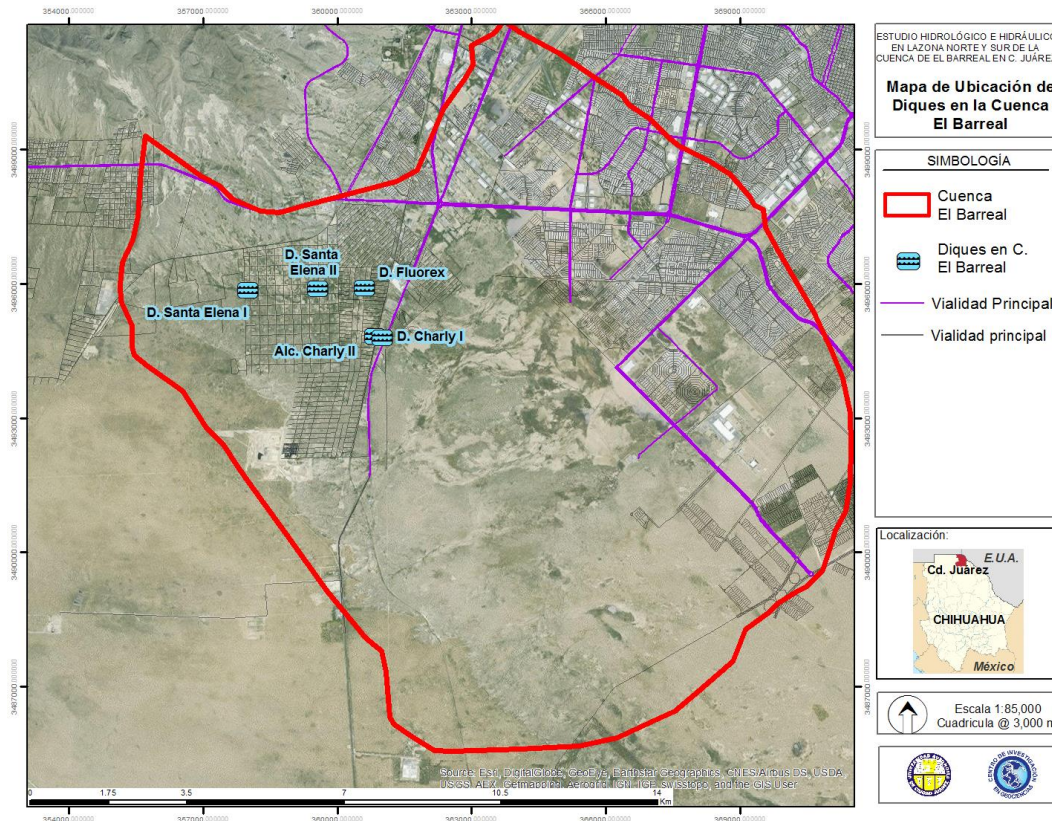
**Figura IV.1.1.** Localización general de la cuenca El Barreal en Cd. Juárez.

#### **V. JUSTIFICACION**

La cuenca hidrológica del Barreal es una cuenca endorreica donde todos los escurrimientos de tipo intermitente convergen en una zona baja definida como

**“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE EL BARREAL EN CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA”**

laguna de patos. En esta laguna se han reportado recientemente (2006 y 2008) inundaciones ante eventos de lluvia de hasta 25 años de periodo de retorno. Las inundaciones registradas en esta zona obedecieron al efecto combinado de lluvias con periodo de retorno de 25 años y falla de estructuras aguas arriba tales como la ruptura de la Presa Santa Elena I, la falta de capacidad de los diques Charly y Santa Elena II, la carencia de una última barrera de blindaje hidráulico de la zona ya desarrollada, además de la colmatación de estructuras de infiltración en algunos de los vasos de contención de cada desarrollo o fraccionamiento localizados en la zona lagunar.



**Figura V.1.** Localización general de la cuenca El Barreal en Cd. Juárez.

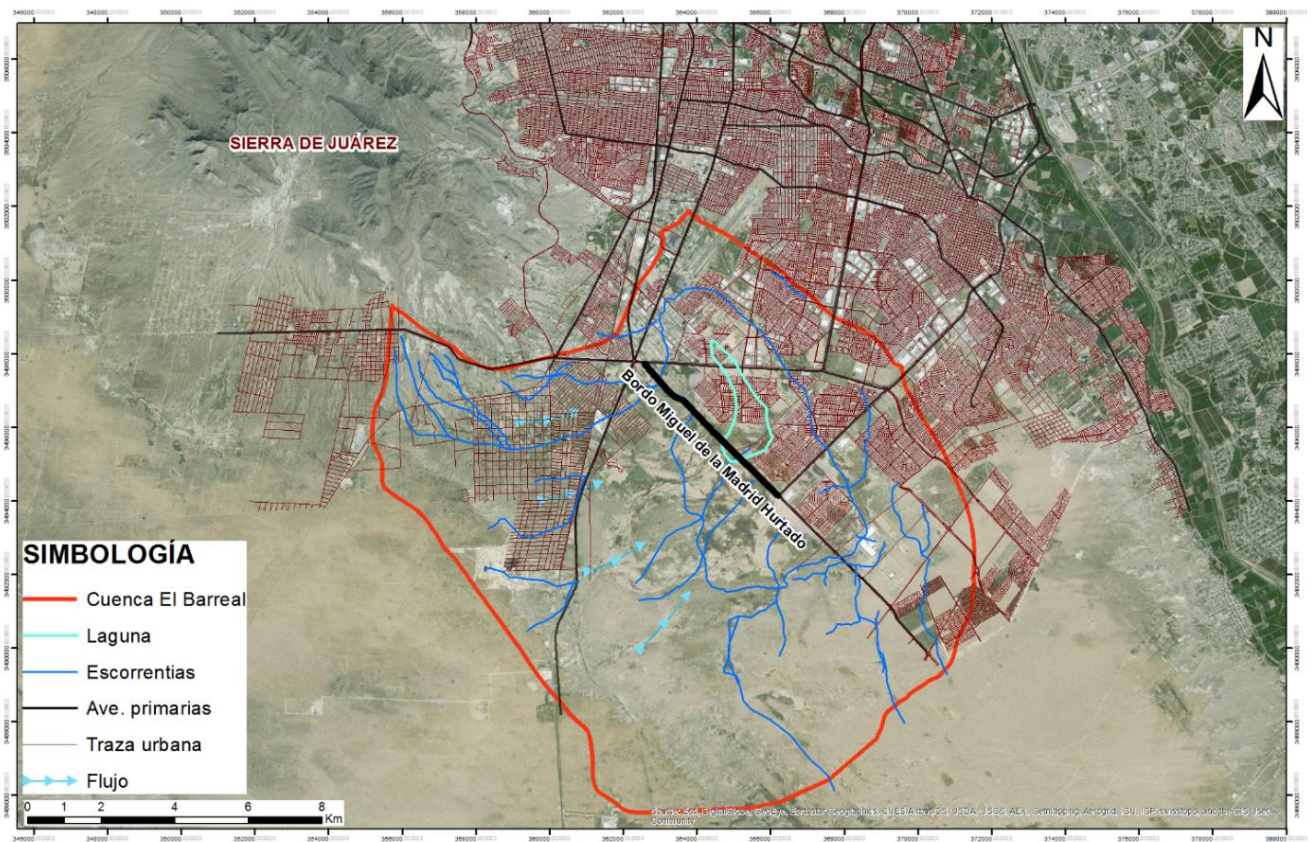
## V.1. Descripción de la problemática

Los constantes embates de los fenómenos hidrometeorológicos extremos, tales como lluvias extraordinarias en los últimos años han ocasionado pérdidas humanas y materiales cuantiosas, así como daños a la infraestructura urbana de la ciudad.

El Barreal es una cuenca cerrada que drena la zona sureste de la Sierra de Juárez (Figura V.1.1). El centro de la cuenca está ocupado por una llanura plana con una superficie de 2,3 km<sup>2</sup>. Existen 50 m de diferencia en elevación topográfica entre el punto más bajo en el centro de la cuenca y el punto más alto en la parte noroccidental de la cuenca más cercana a la Sierra de Juárez (Figura V.1.2), así como 15 m y 4 m de desnivel, respectivamente, a las terrazas occidental y oriental más cercana desde el centro de la cuenca o zona lagunar (Figura V.1.3). Los sedimentos acumulados en lo alto de la cuenca se definen por un tamaño de grano más grueso como arenas, mientras que van disminuyendo en tamaño de limos y arcillas hacia el centro de la cuenca.

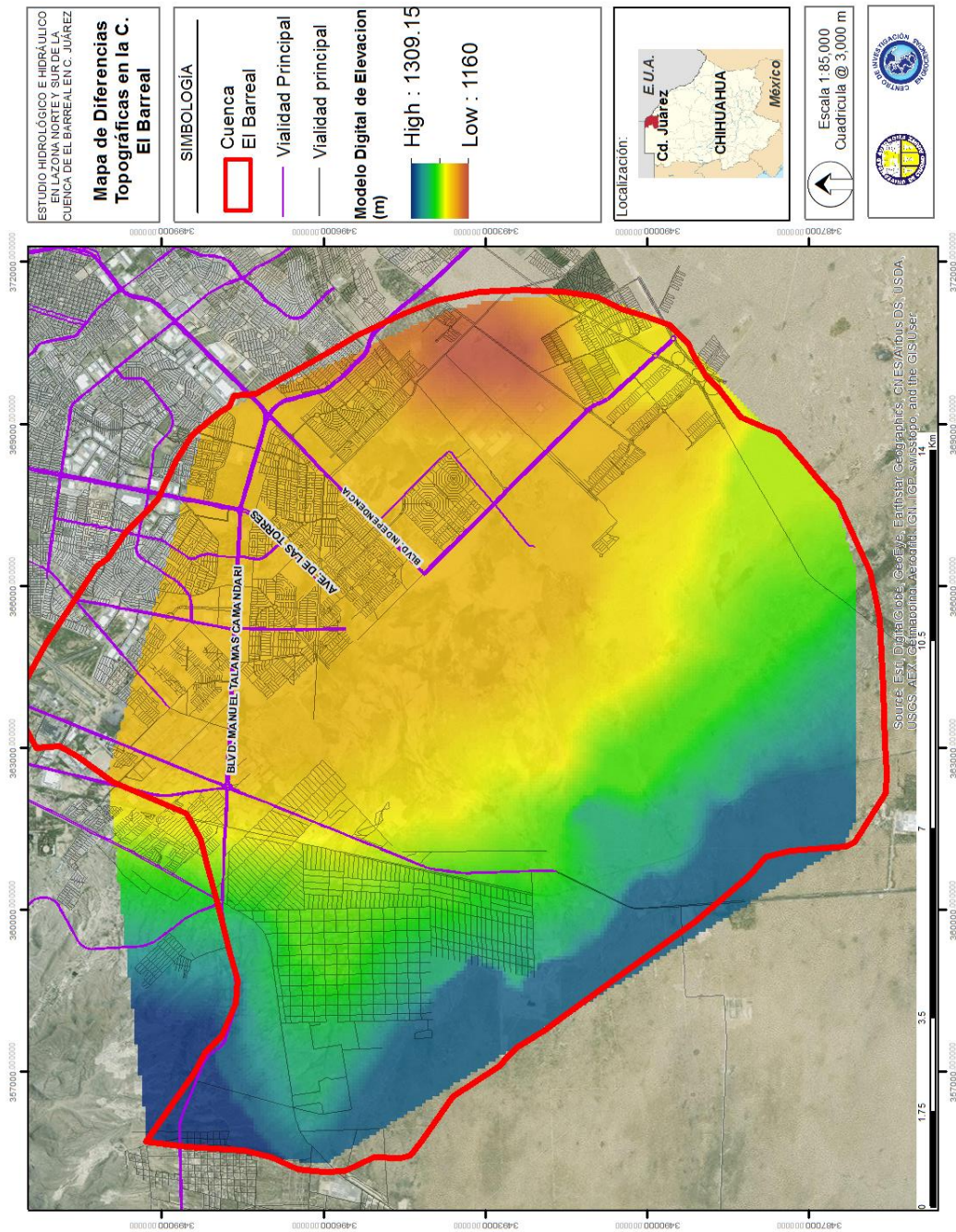


**“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE EL BARREAL EN CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA”**



**Figura V.1. 1.** Localización y escurrimientos de la Cuenca Barreal y la subcuenca MMH-TC-BI.

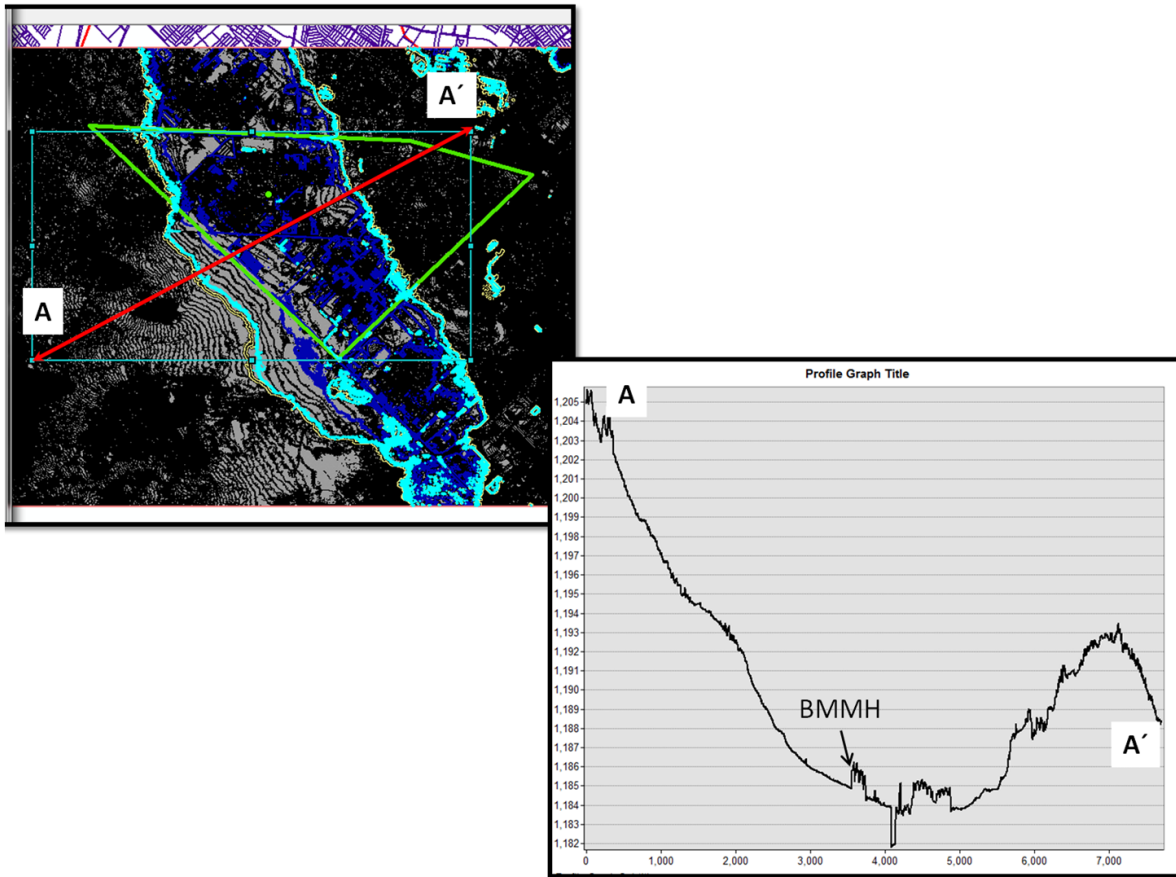
**“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE EL BARREAL EN CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA”**



**Figura V.1.2.** Diferencia de elevación entre las vertientes y centro de la subcuenca Barreal.



“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE  
EL BARREAL EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA”



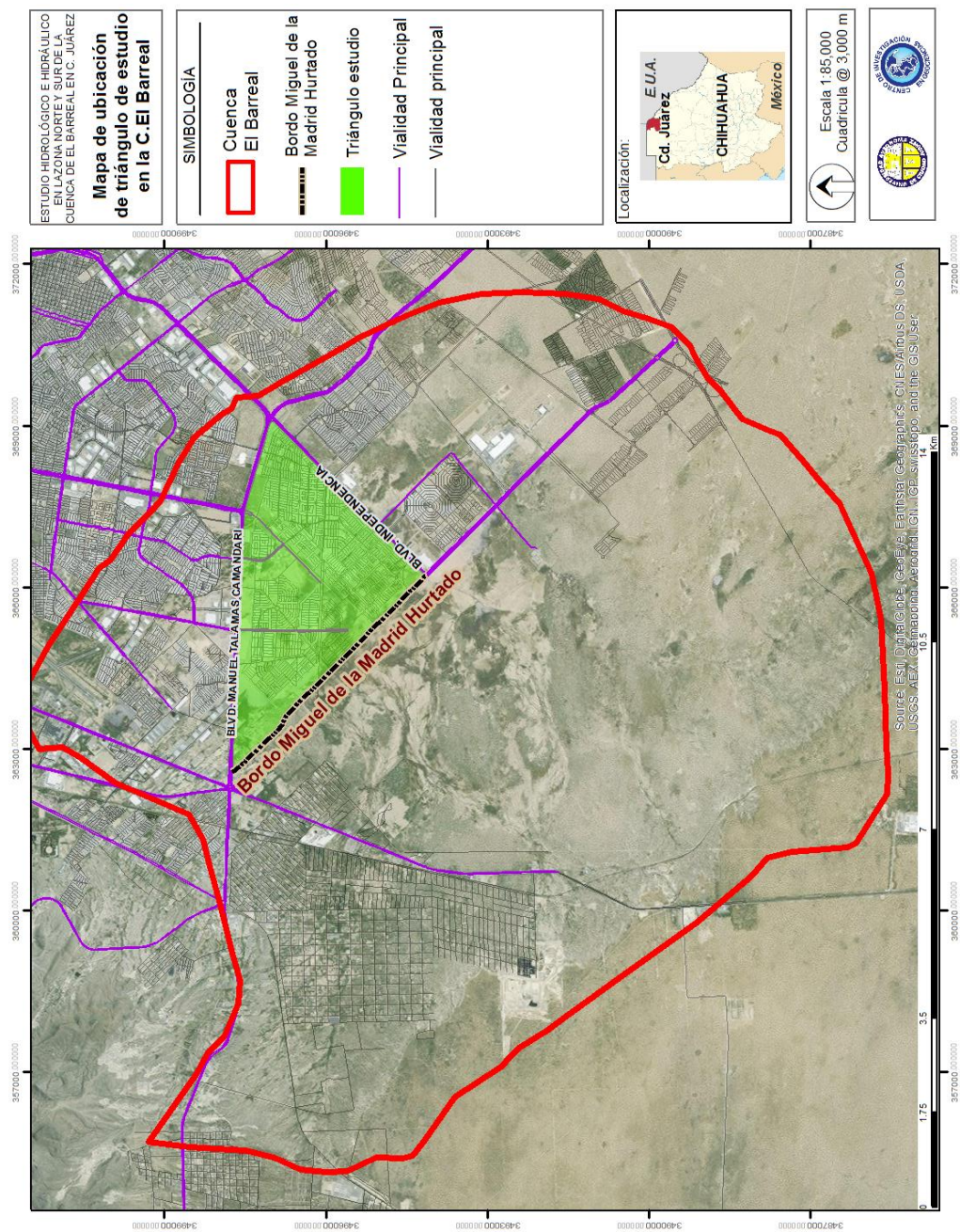
**Figura V.1.3.** Diferencia de elevación entre las terrazas y centro de la subcuenca Barreal. En verde se muestra el triángulo conformado por las vialidades Miguel de la Madrid, Boulevard Independencia y Talamas Camandari como referencia.

La cuenca de El Barreal cubre aproximadamente 164.114 km<sup>2</sup> (IMIP, 2004b), obteniéndose un volumen aproximado de 1,318.37 m<sup>3</sup> (IMIP, 2004), para una precipitación media anual de 300 mm (ACCV, 2007) esto con datos muy antiguos (sin datos LiDAR) sin tomar en cuenta los modelos digitales de elevación más actuales, los bordos existentes, y respecto de solo dos estaciones hidrometeorológicas, por lo que es necesario una actualización al estudio. Dicha

masa relativamente grande de agua es transportada por varias corrientes o arroyos intermitentes de primer y segundo orden que drenan el agua a un área más baja definido por la curva de nivel de elevación 1,160 m, lo que define el límite histórico de la Laguna de los Patos (El Barreal) (IMIP, 2004b). Sin embargo, se espera un área de inundación de hasta 6 km<sup>2</sup> si no se contiene o no existen instalaciones hidráulicas para contener la escorrentía (IMIP, 2004b).

Actualmente, la antigua zona lagunar, o parte más baja de este sistema endorreico, está protegida por un bordo con capacidad de contención de eventos hidrometeorológicos extremos de periodo de retorno de 100 años con bordo libre a 500 años. Esta zona está definida por el polígono (casi un triángulo) delimitado por la vialidad Miguel de la Madrid Hurtado (MMH) al oeste que constituye el bordo en sí, por la vialidad Manuel Talamas Camandari (TC) al norte, y por el Boulevard Independencia (BI) al Este (Figura V.1.4).

**“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE EL BARREAL EN CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA”**



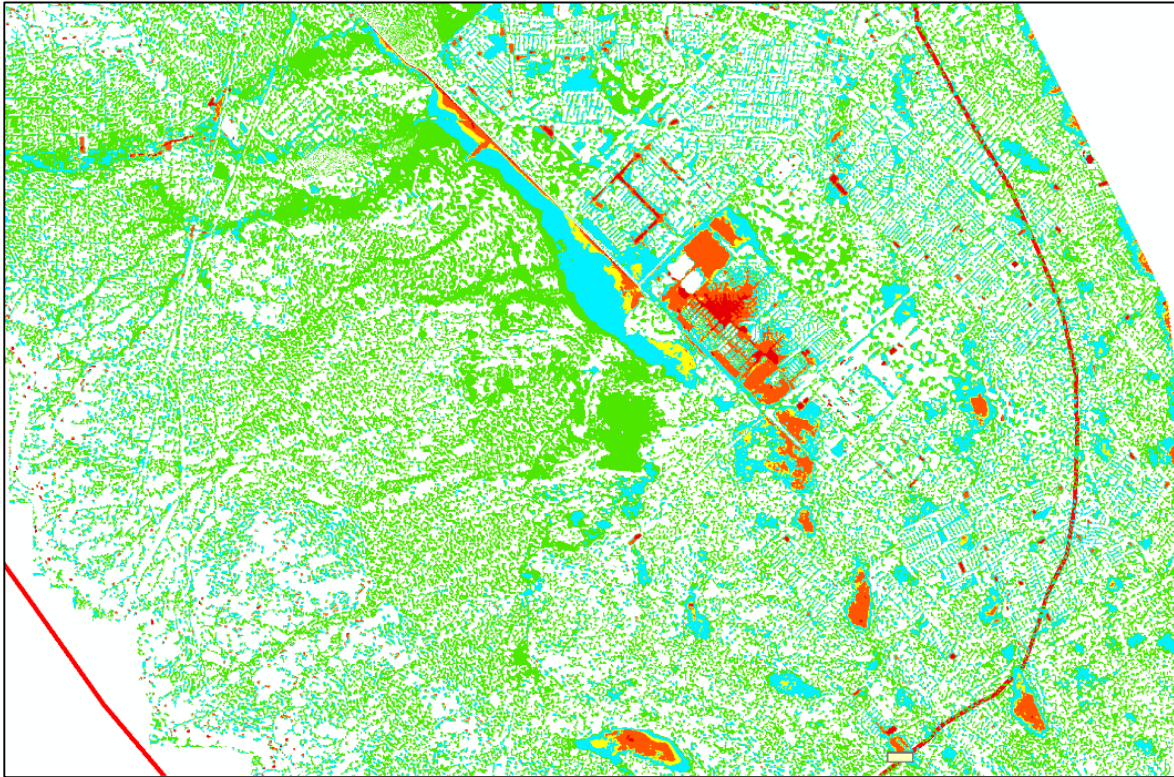
**Figura V.1.4. Localización del Bordo Miguel de la Madrid Hurtado.**



## **VI. METODOLOGÍA DE LA SELECCIÓN DE POLIGONOS EXPUESTOS AL PELIGRO HIDROLÓGICO**

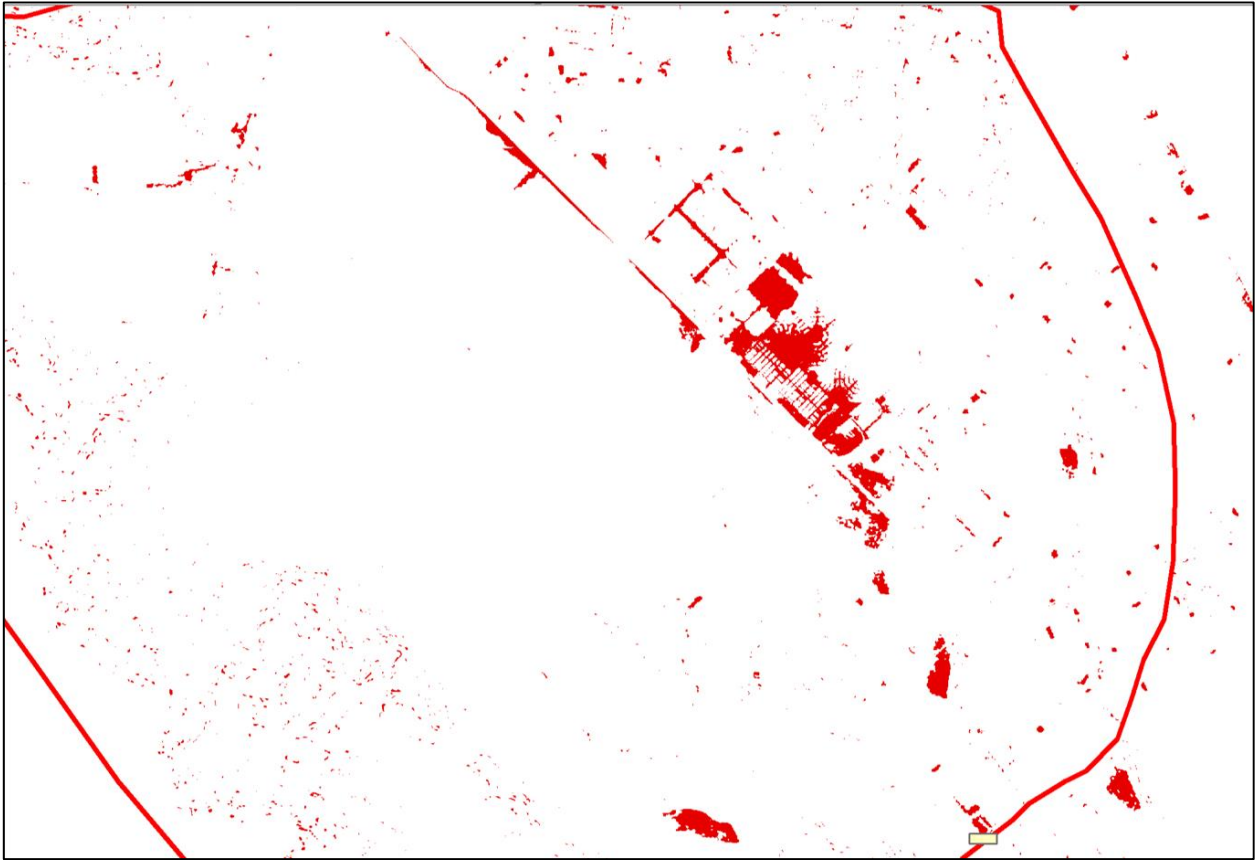
Para determinar la localización de los desarrollos habitacionales o zonas a desarrollar a futuro localizadas en zonas consideradas como comprometidas hidrológicamente se aplicó un procedimiento metodológico conformado por una serie de pasos sistematizados que permitieron generar, no solo que desarrollos actualmente urbanizados a que predios a urbanizarse en un futuro, sino que acción de mitigación inmediata es requerida para asegurar la integridad de la propiedad de los habitantes en estas zonas.

La metodología aplicada consistió, primeramente, en utilizar como capa base el mapa de peligrosidad o severidad hidrológica correspondiente a la tormenta de diseño asociada con un evento hidrometeorológico de 100 años de periodo de retorno. Este resultado es consistente con la normatividad de diseño imperante en la zona del Barreal, donde se requirió a los desarrolladores urbanos la implementación de obra pluvial para manejo de eventos de lluvia asociadas con lluvias de 25 años con bordo a 100 años. Este mapa, consiste, por definición, en la zonificación del peligro hidrológico, en 5 categorías: muy bajo, bajo, medio y muy alto, determinados a partir de un nomograma que cuantifica el producto de la máxima velocidad multiplicado por el máximo tirante (Figura VI.1).



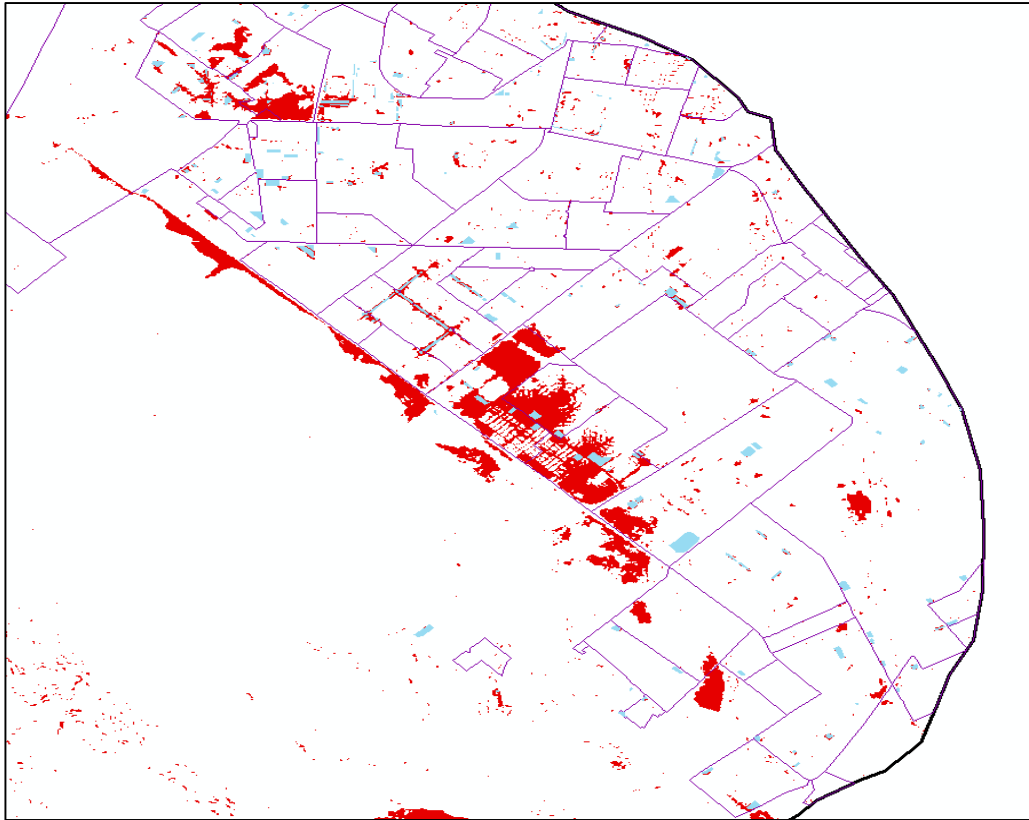
**Figura VI.1.** Mapa de peligrosidad hidrológica. Muy baja (verde), baja (azul); y **2) Numero 1** para severidad Media (amarillo), Alta (anaranjado) y Muy Alta (rojo).

Una vez generado este mapa de zonificación de la severidad hidrológica, se procedió a generar un raster, o mapa, binario, con dos categorías: **1) Nulo** para severidad Muy baja y baja; y **2) Numero 1** para severidad Media, Alta y Muy alta (Figura VI.2). Este mapa booleano o binario permitió ubicar geográficamente las zonas con peligro hidrológico medio, alto y muy alto en el terreno.



**Figura VI.2.** Mapa de peligrosidad hidrológica booleano o binario. En rojo se muestran las zonas con peligro o severidad hidrológica media, alta y muy alta.

Una vez definidos tanto el criterio de peligrosidad, se procedió a excluir de esta función de severidad, las zonas en las que están ubicados vasos o estructuras de almacenamiento o contención existentes (Figura VI.3), ya que, por definición, los vasos y estructuras de contención y almacenamiento, representan zonas de tirante hidráulico alto.



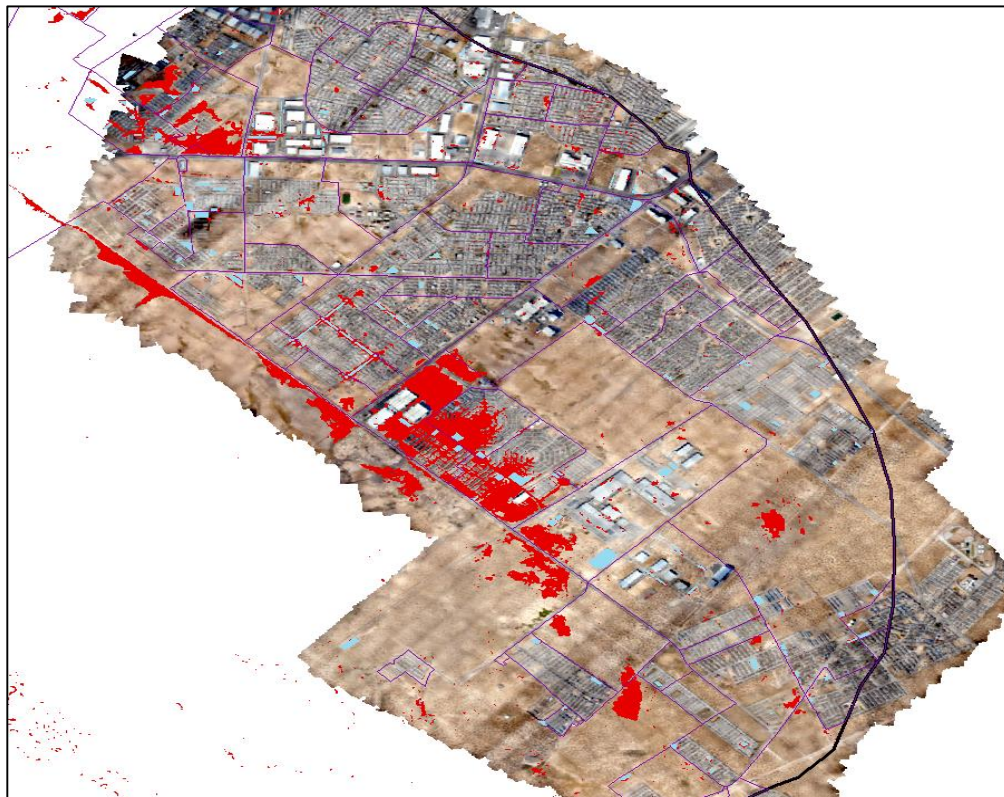
**Figura VI.3.** Mapa de peligrosidad hidrológica, medio, alto y muy alto con capa temática de vasos y diques superpuesta para excluir esas zonas del criterio de vulnerabilidad o exposición al peligro.

Para la identificación física de las poligonales ubicadas en zonas de peligro medio, altas o muy altas y no asociadas con diques o vasos, en cuanto a peligro hidrológico, se procedió a utilizar, conforme a las capas disponibles en el Registro Único de Vivienda, aquella o aquellas capas temáticas de carácter vectorial con una definición de polígonos más detallada. De esta forma, al utilizar unidades fundamentales a nivel casi de calle, manzana o desarrollo, se garantizó que la afectación, consistente en la parte de infraestructura expuesta al peligro (vulnerabilidad) estuviera tipificada a un nivel geoespacial muy específico y detallado. Para lograr lo anteriormente



descrito, se seleccionó, como capa temática principal, el archivo vectorial correspondiente al Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU), la cual contiene, casi a nivel de calle, los desarrollos habitacionales existentes o propuestos. Aun y cuando la mayoría de las zonas de peligrosidad media, alta y muy alta fueron intersectadas de manera apropiada por el PMDU, hubo algunas zonas sin propuestas específicas de desarrollo urbano, que por ende no están aún disponibles en esta capa temática, por lo que en estos casos específicos se utilizó la capa temática correspondiente a las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB's) del INEGI.

Finalmente, se generó una geo-database de datos (GDB) consistente de un total de 83 polígonos en zona de peligro Medio, Alto y Muy alto (Figura VI.4).

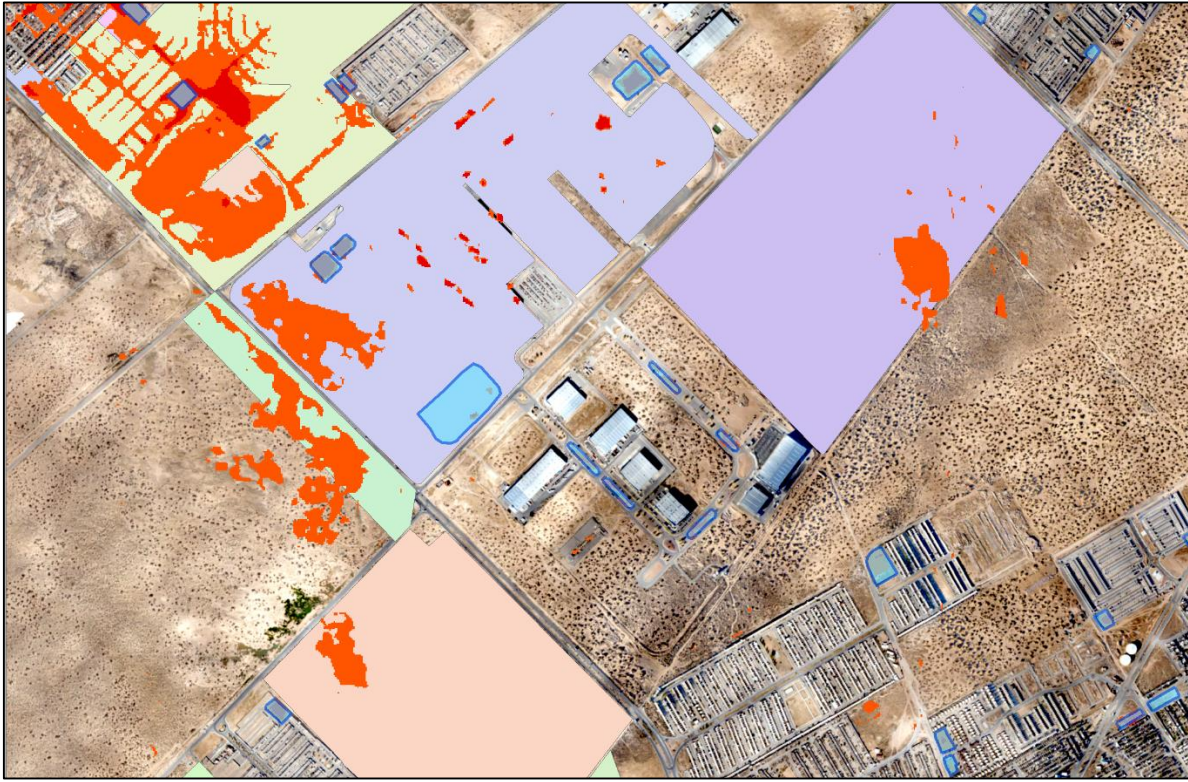


**Figura VI.4.** Mapa de peligrosidad hidrológica media, alta y muy alta (Polígonos rojos (excluyendo vasos y diques)) e intersectada con el PMU y AGEB's para determinar polígonos en zona de vulnerabilidad o exposición al peligro.

La clave de asignación tanto de los polígonos del PMU y/o AGEB consistió en generar un campo etiquetado como ID\_SEVERID donde, mediante operaciones de campo, se igualó este campo con el fiduciario o FID de la base de datos original. De esta manera se garantizó la consistencia con la base de datos original y la base de datos de afectados.

El resultado de la implementación de la metodología anteriormente descrita nos muestra, a nivel de calle, en la mayoría de los casos, que zonas de la parte urbanizada y no urbanizada, de la cuenca El Barreal están expuestas a niveles de peligrosidad media, alta o muy alta conforme a los criterios de Dorrigó. Este resultado, además, permite no solo ubicar tanto el peligro como su exposición al mismo a un grado geográfico muy específico, sino que, como consecuencia de este nivel de detalle (Figura VI.5), fue posible delinear las estrategias locales de mitigación a ser implementadas de manera inmediata para asistir en el proceso ejecutivo de la toma de decisión de asignación de créditos. Es decir, aquellos desarrollos localizados en zonas de exposición media, alta y muy alta al peligro hidrológico, deberán llevar a cabo acciones efectivas como redimensionamiento de obras de contención, construcción de nuevas obras de mitigación, manejo de rasantes o diseño de obras de llamada en base al dimensionamiento de los volúmenes calculados para la planicie de inundación correspondiente al periodo de retorno de 100 años en las zonas de intersección de severidad hidrológica media, alta o muy alta con las capas del PMDU y las AGEB's.

“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE  
EL BARREAL EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA”



**Figura VI.5.** Determinación de obras de mitigación a nivel local.



## VII. PROPUESTA DE NUEVAS OBRAS (ZONA NORTE Y ZONA DE TRIANGULO)

### A. ZONA NORTE

#### SOLUCION LOCAL POLIGONO PMDU 4131

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal (Figura VII.1), y está conformado por un predio con desarrollos industriales al sur.



Figura VII.1. Localización del polígono PMDU 4131.



Aun y cuando hay disponible una estructura de captación con 3 pozos de infiltración, la capacidad de la misma no es suficiente conforme al volumen acumulado de 15, 110 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, por lo que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como de riesgo (Figura VII.2)



Figura VII.2. Polígono PMDU 4131 identificando la zona de riesgo en severidad hidrológica.



“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE  
EL BARREAL EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA”

---

La solución para esta zona de inundación es incrementar el área de captación de los 1655 m<sup>2</sup> a por lo menos 5000 m<sup>2</sup> con una profundidad promedio de 3 m. De manera que el vaso de captación sea capaz de almacenar en su totalidad el volumen escurrido para un evento hidrometeorológico correspondiente a una tormenta de 100 años. La obra de llamada de este dique sí opera adecuadamente, pero la capacidad es insuficiente. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya mayor capacidad de almacenamiento y una obra de llamada de mayor capacidad de ingreso a la nueva estructura.**

## SOLUCION LOCAL POLIGONOS PMDU 4137, 4138, 4139

Estos polígonos se ubican en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal (Figura VII.3), y está conformados por desarrollos habitacionales plenamente urbanizados, cuyas calles presentan un bombeo hidráulico en dirección a 4 camellones deprimidos de 1.2 m de profundidad en promedio con estructuras de infiltración.



Figura VII.3. Localización de los polígonos PMDU 4137, 4138 y 4139.



La capacidad de captación combinada de los camellones deprimidos es de 2,102 m<sup>2</sup>, la cual no es suficiente conforme al volumen acumulado de 21,138 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, por lo que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como de riesgo medio, alto o muy alto (Figura VII.4).

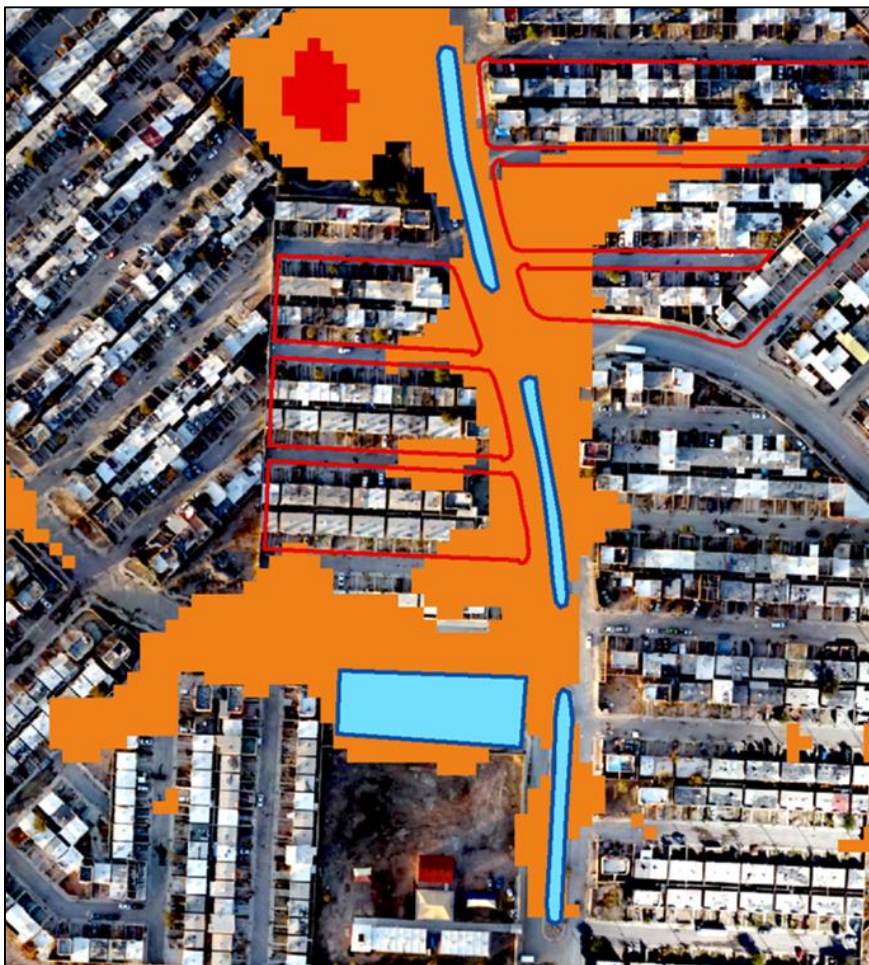


Figura VII.4. Polígonos PMDU 4137, 4138 y 4139 identificando la zona de riesgo en severidad hidrológica.

La solución para esta zona de inundación, dado que el área de los camellones es excesivamente insuficiente, consiste en hacer manejo de rasantes y conducir el volumen excedente de 19,000 m<sup>3</sup> al terreno baldío localizado al sur (Figura VII.5).

Este terreno, aun y cuando recibe un aporte importante de flujos de otra microcuenca, dispone de área suficiente para diseñar un vaso de captación menos de 2 m de profundidad en un área de 13,392 m<sup>2</sup> disponibles. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes, la capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la nueva estructura.**



Figura VII.5. Localización de terreno para captar el excedente de volumen.



## SOLUCION LOCAL POLIGONO PMDU 17089

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal (Figura VII.6), y está conformados por un terreno baldío sin ningún de desarrollo urbano.



Figura VII.6. Localización de polígono PMDU 17089.

En este terreno confluyen los volúmenes escurridos de diferentes microcuencas aguas arriba (Figura VII.7). El volumen captado en esta zona es de  $32,146 \text{ m}^3$  (considerando la inundación aguas arriba sobre la vialidad) con un área actualmente disponible de  $18,910 \text{ m}^2$ .

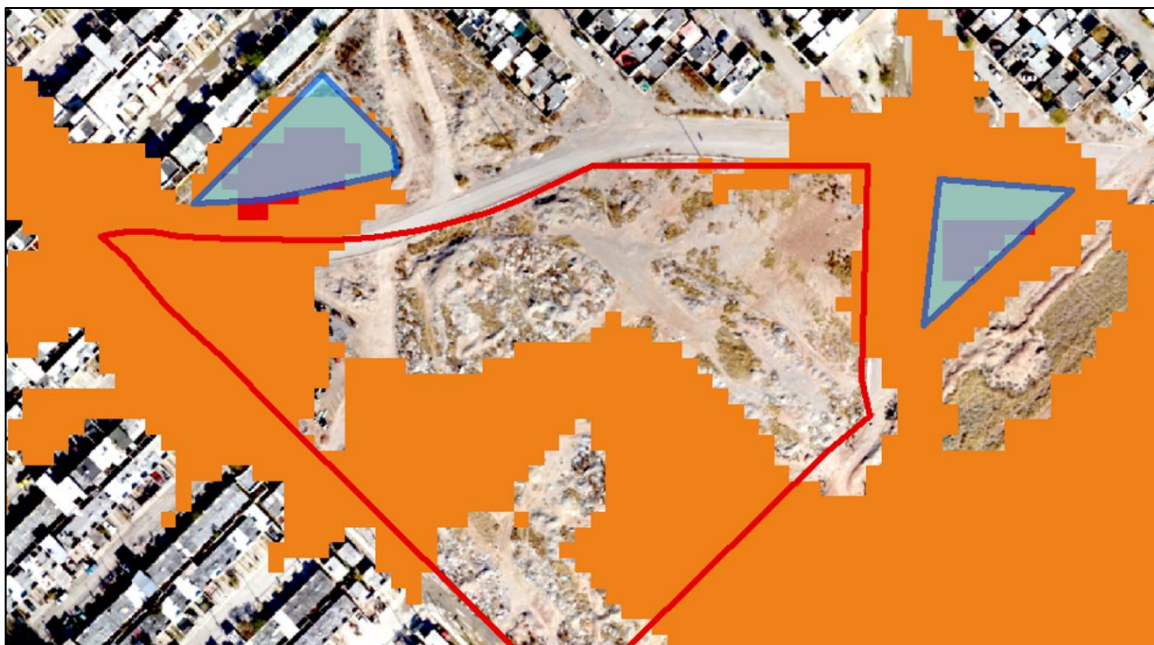


Figura VII.7. Localización de microcuencas que confluyen a polígono PMDU 17089.

La solución para esta zona de inundación, consiste en hacer manejo de rasantes y conducir el volumen  $32,146 \text{ m}^3$  dentro del terreno baldío circunscrito por esta poligonal (Figura VII.8). **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya tenencia de la tierra, el manejo efectivo de rasantes en la vialidad, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la nueva estructura.**



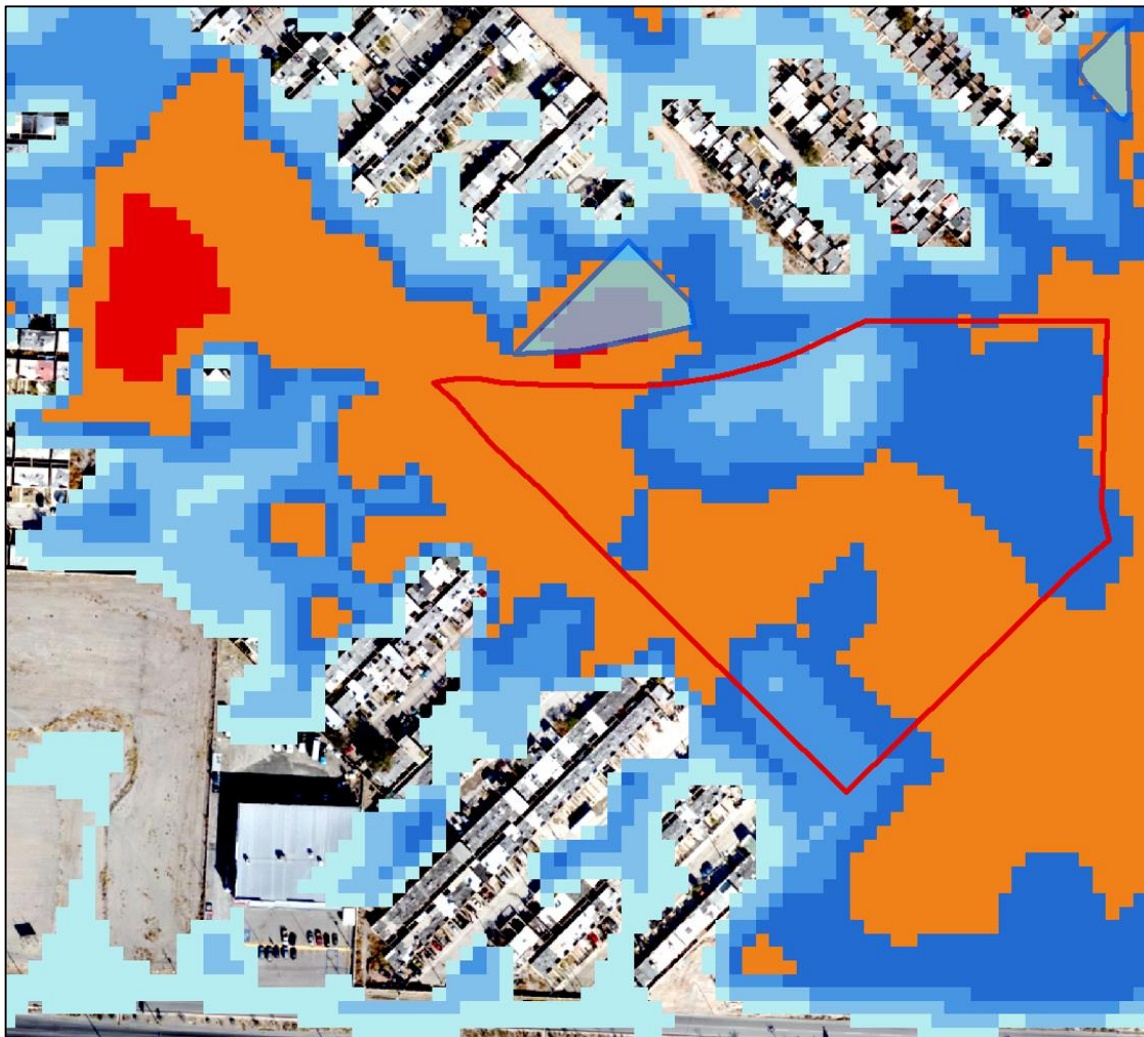


Figura VII.8. Polígono PMDU 17089 identificando la zona de riesgo en severidad hidrológica.



## SOLUCION LOCAL POLIGONO AGEB 85

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal (Figura VII.9), y está conformados por desarrollos urbanizaos y terrenos baldíos.

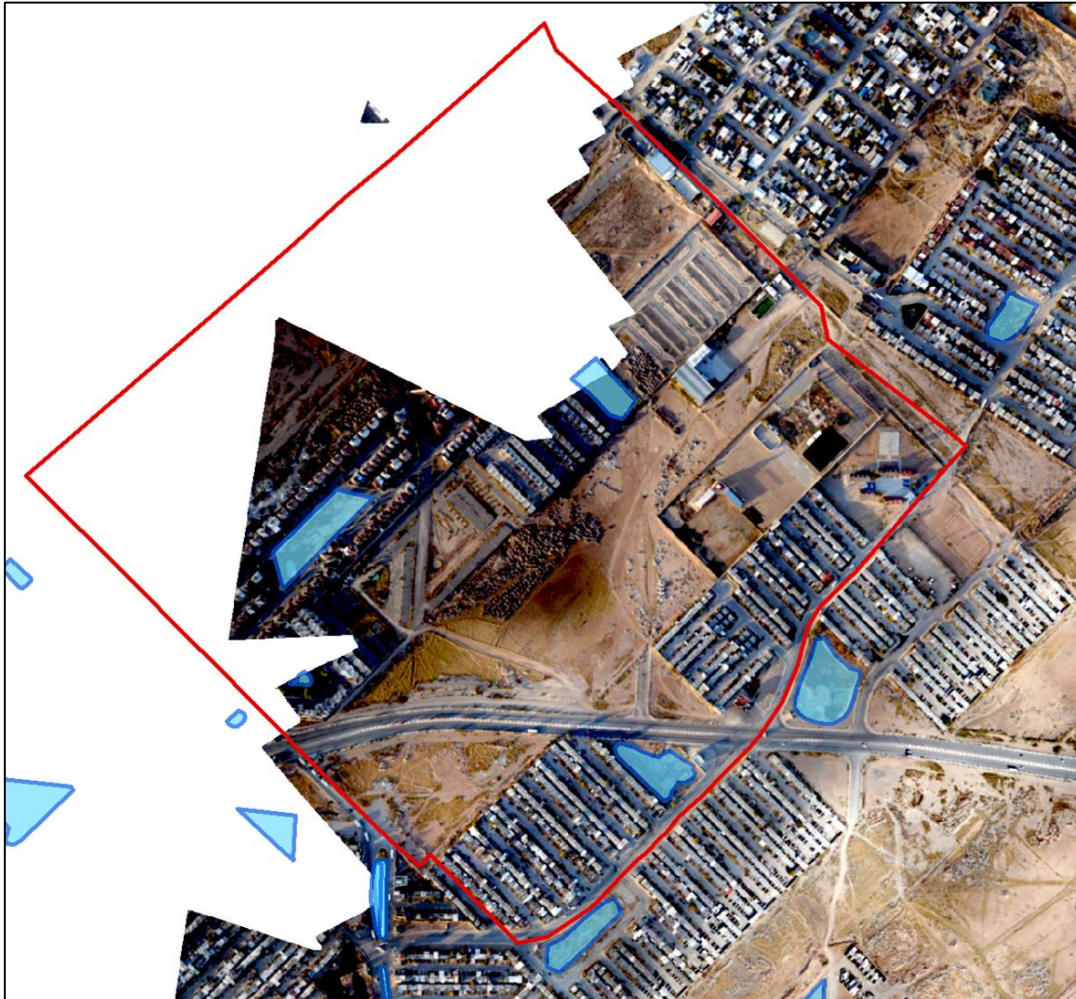


Figura VII.9. Localización de polígono de AGEB 85.

En este polígono confluyen los volúmenes escurridos de diferentes microcuencas aguas arriba (Figura VII.10). El volumen captado en esta zona es de 141,631 m<sup>3</sup>, registrando la mayor severidad hidrológica en zonas no urbanizadas actualmente.

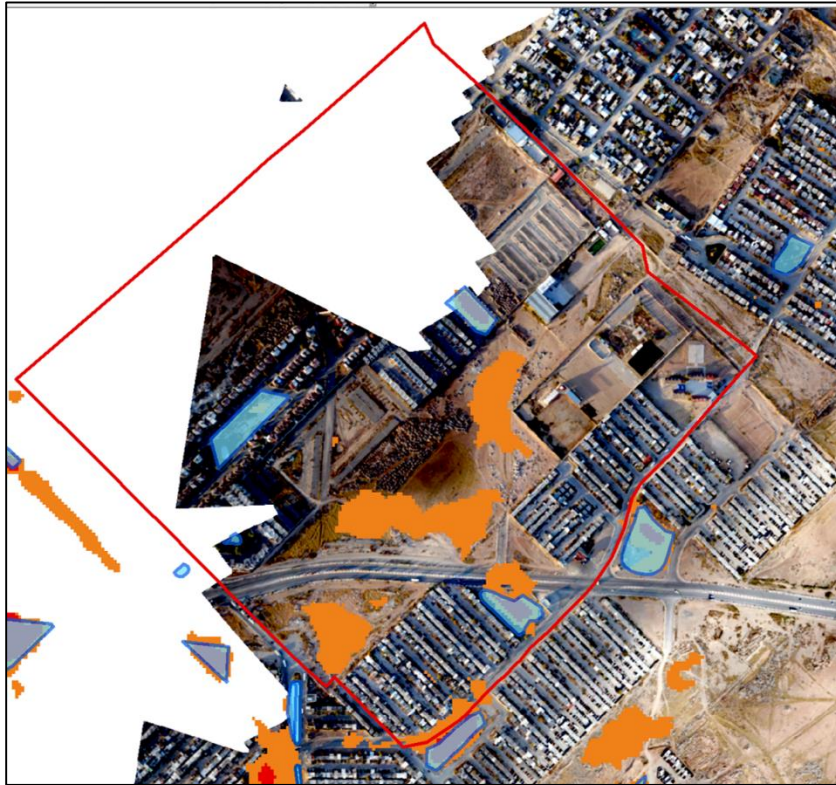


Figura VII.10. Localización de polígono AGEB 85 identificando la zona de riesgo en severidad hidrológica.

La solución para esta zona de inundación, consiste en requerir que el desarrollo de estos terrenos presenten un proyecto ejecutivo donde se presente un plan de manejo hidrológico conforme a los volúmenes calculados para la tormenta de 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya tenencia de la tierra, el manejo efectivo de rasantes en la vialidad, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la nueva estructura.**



## SOLUCION LOCAL POLIGONO AGEB 86

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal (Figura VII.11), y está conformados por un terreno baldío sin ningún de desarrollo urbano en la parte este y sureste.



Figura VII.11. Localización de polígono de AGEB 86.

En este terreno confluyen los volúmenes escurridos de diferentes microcuencas aguas arriba (Figura VII.12). El volumen captado en esta zona es de  $240,397 \text{ m}^3$ , registrando la mayor severidad hidrológica en zonas no urbanizadas actualmente.



Figura VII.12. Localización de polígono AGEB 86 identificando la zona de riesgo en severidad hidrológica.

La solución para esta zona de inundación, consiste en requerir que el desarrollo de estos terrenos presenten un proyecto ejecutivo donde se presente un plan de manejo hidrológico conforme a los volúmenes calculados para la tormenta de 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya tenencia de la tierra, el manejo efectivo de rasantes en la vialidad, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la nueva estructura.**

## SOLUCION LOCAL POLIGONO PMDU 18166

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal (Figura VII.13), y está conformado por desarrollos habitacionales en la parte oeste y un terreno baldío sin ningún de desarrollo urbano en la parte este.

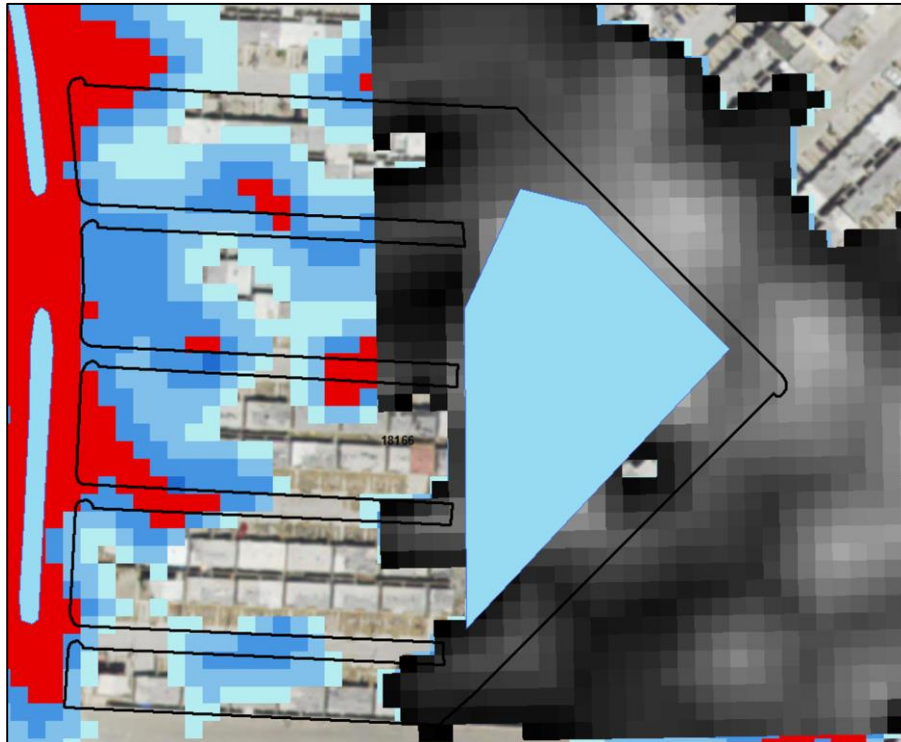


Figura VII.13. Localización de polígono de PMDU 18166.

En este terreno está localizado un vaso de captación, pero el volumen escurrido es de 13,663.0 m<sup>3</sup>, que principalmente proviene de la parte este del predio registrando una severidad hidrológica a TR 100 años en la zona no urbanizada actualmente. Por esta razón, se requiere el adecuado manejo de rasantes en las calles. **Se requiere de la elaboración de un proyecto que incluya el manejo efectivo de rasantes en la vialidad, una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la estructura. ya que la obra hidráulica**



si cuenta con la suficiente capacidad de almacenamiento de aproximadamente 5,000 m<sup>2</sup>.

### **SOLUCION LOCAL PMDU 7955**

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal y está conformados por un desarrollo urbano con la presencia de una estructura de captación con pozos de inyección sin ningún de desarrollo urbano.

El volumen de captación del vaso en condiciones actuales es de 1516 m<sup>3</sup>, sin embargo, se requiere de al menos 6800 m<sup>3</sup> (Figura VII.14). Por lo que es necesario dar mantenimiento y deprimir el área de embalse de 1000 m<sup>2</sup> al menos otros 50 cm más para captar 2000 m<sup>3</sup> en la estructura ya existente. Se requiere además el manejo de rasantes para conducir los escurrimientos hacia el predio no urbanizado localizado al sur y diseñar una estructura de captación para los 4800 m<sup>3</sup> restantes.



Figura VII.14. Localización de polígono PMDU 7955 y vaso de captación actual.

La solución para esta zona de inundación, consiste en requerir que el desarrollo de estos terrenos presenten un proyecto ejecutivo donde se presente un plan de manejo hidrológico conforme a los volúmenes calculados para la tormenta de 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya tenencia de la tierra, el manejo efectivo de rasantes en la vialidad, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la nueva estructura.**

### SOLUCION LOCAL PMDU 2936

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono que circunde al Aeropuerto Internacional de Cd. Juárez.

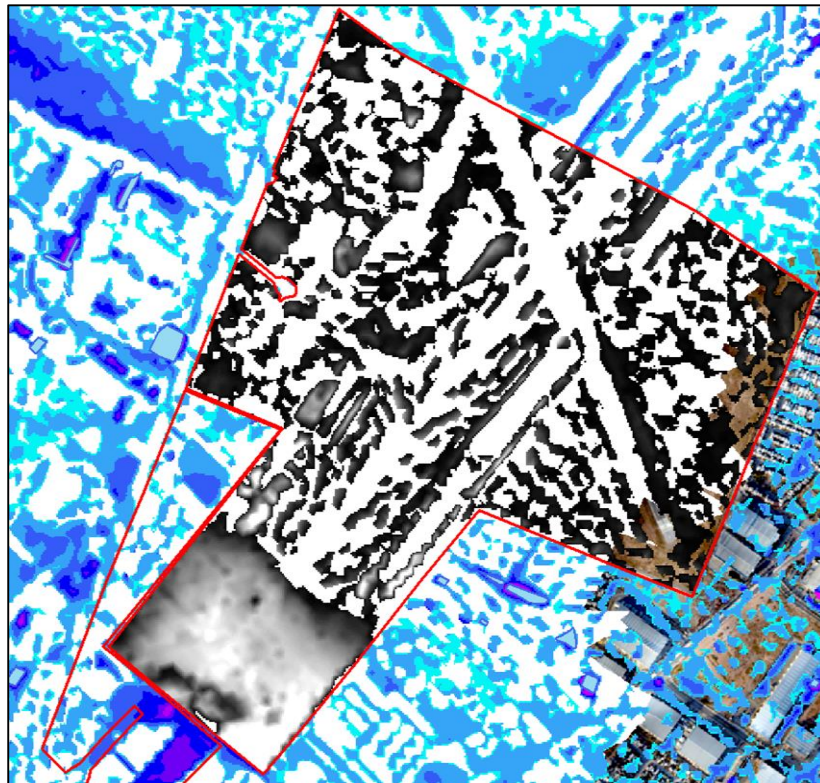


Figura VII.15. Localización de polígono PMDU 2936.

El volumen de captación de la microcuenca requiere de al menos 88,296 m<sup>3</sup> (Figura VII.15). Por lo que es necesario dar mantenimiento y deprimir el área de embalse de la mayor área de inundación correspondiente a un área de 167,000 m<sup>2</sup> a TR 100 años. Este terreno deberá de manejar un proyecto ejecutivo donde se presente un plan de manejo hidrológico conforme a los volúmenes calculados para la tormenta de 100 años conforme a su protocolo de seguridad de aeropuerto.

### **SOLUCION LOCAL PMDU 18856**

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono hacia el suroeste del Aeropuerto Internacional de Cd. Juárez. No cuenta con estructura de captación.

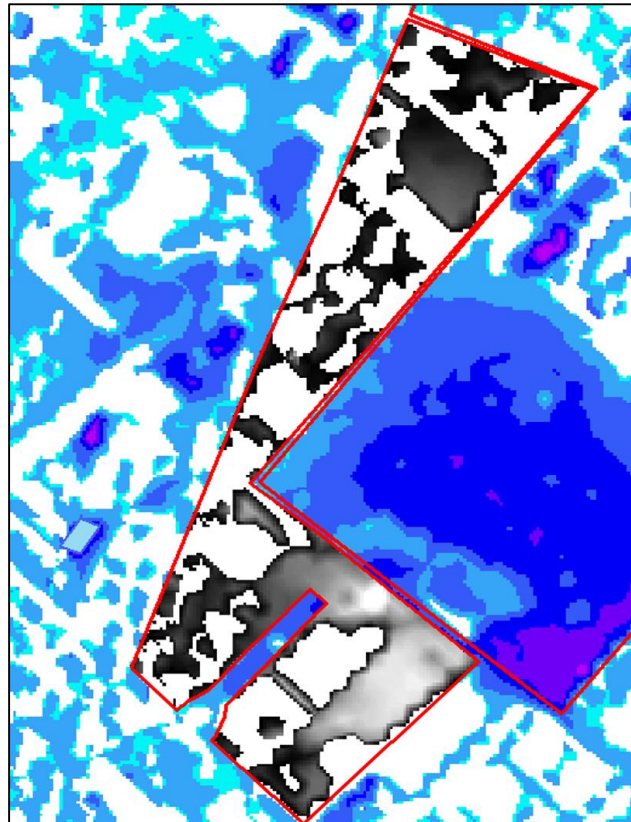


Figura VII.16. Localización de polígono PMDU 18856.



El volumen de captación de la microcuenca requiere de al menos  $19,316 \text{ m}^3$  (Figura VII.16). La solución para esta zona de inundación, consiste en la construcción de un vaso de captación donde concentre la mayor mancha de inundación de aproximadamente un área de  $24,080 \text{ m}^2$  a TR 100 años, con manejo de rasantes en las calles. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes en la vialidad, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la nueva estructura.**

#### **SOLUCION LOCAL PMDU 18162**

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono hacia el suroeste del polígono de AGEB 85.

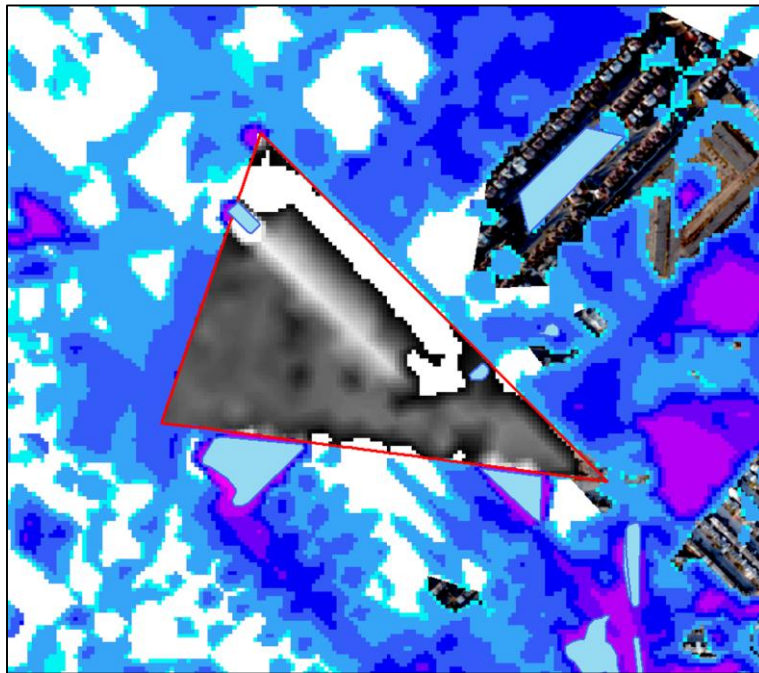


Figura VII.17. Localización de polígono PMDU 18162.

Este polígono tiene cuenta con un vaso de captación muy pequeño de  $659 \text{ m}^2$  en comparación con el volumen que requiere captar de al menos  $24,774 \text{ m}^3$  (Figura VII.17) para contener el volumen hidráulico correspondiente a un TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes en la vialidad, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la nueva estructura.**

### SOLUCION LOCAL PMDU 2440

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono hacia el este del polígono de AGEB 86.

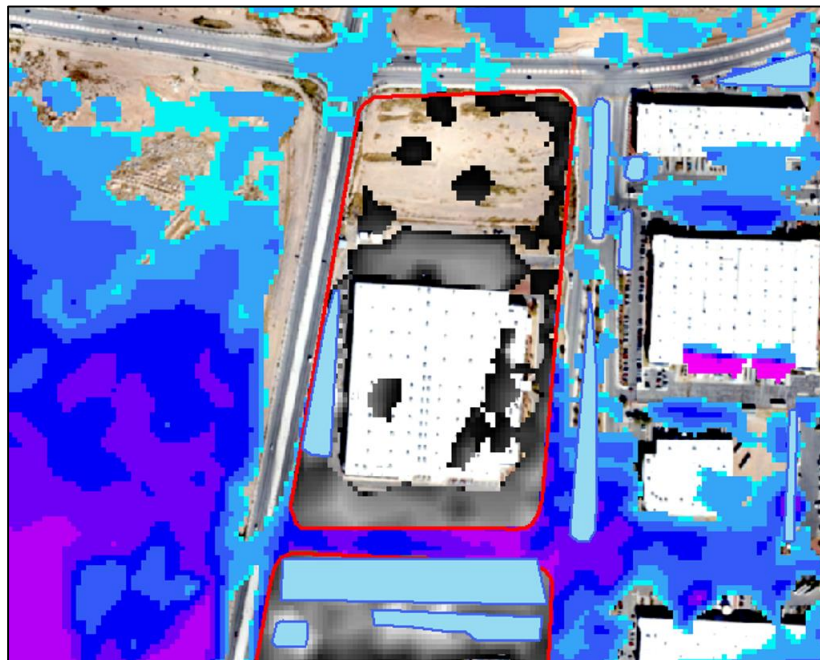


Figura VII.18. Localización de polígono PMDU 2440.

Este polígono cuenta con un vaso de captación en la parte oeste del polígono y debe de manejar un volumen aproximadamente  $13,904 \text{ m}^3$  (Figura VII.18) para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes en la vialidad del oeste, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la estructura.**

### SOLUCION LOCAL PMDU 20380

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono hacia el sur del polígono de PMDU 2440.

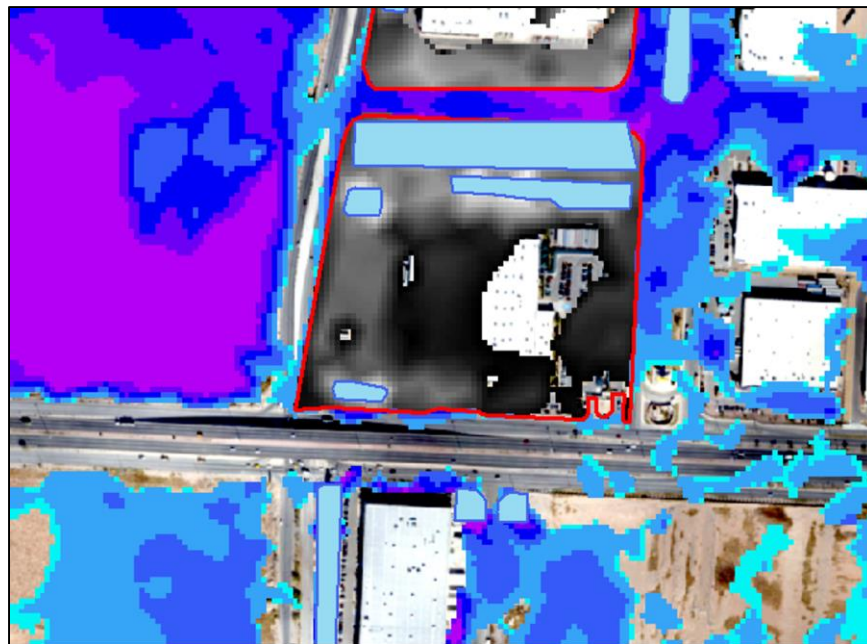


Figura VII.19. Localización de polígono PMDU 20380.



Este polígono, a pesar de que cuenta con 4 vasos de captación, presenta zonas de inundación las cuales debe de manejar un volumen de 41,566 m<sup>3</sup> aproximadamente (Figura VII.19) para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes en las vialidades interiores, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la estructura.**

### **SOLUCION LOCAL PMDU 16936**

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono hacia el noreste en colindancia con el parteaguas de El Barreal.

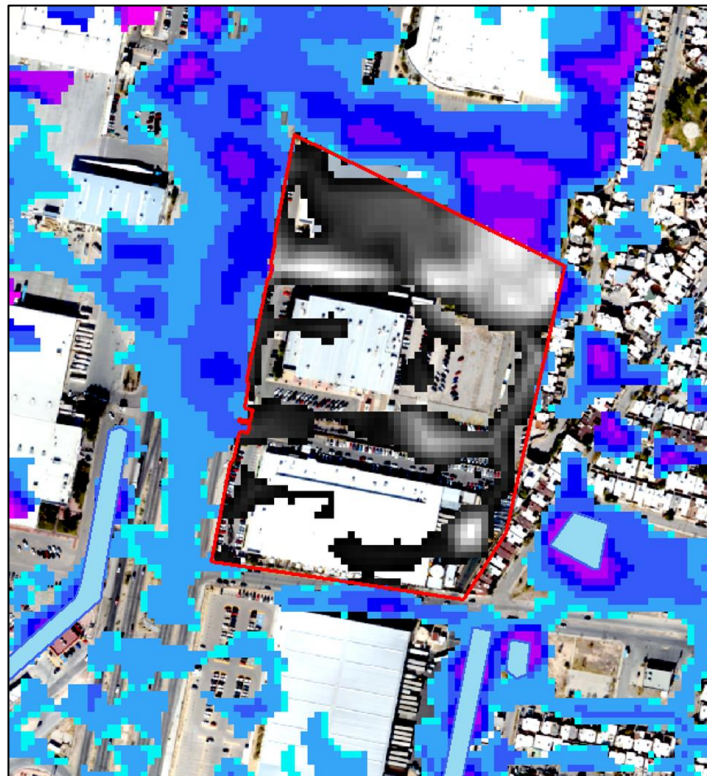


Figura VII.20. Localización de polígono PMDU 16936.

Este polígono no cuenta con vasos de captación, presenta una zona de inundación importante hacia el norte del predio y debe de manejar un volumen de 6,017 m<sup>3</sup> aproximadamente (Figura VII.20) para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes en las en el interior del predio, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la nueva estructura proyectada.**

### SOLUCION LOCAL PMDU 7929

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono hacia el sureste del polígono 16936.

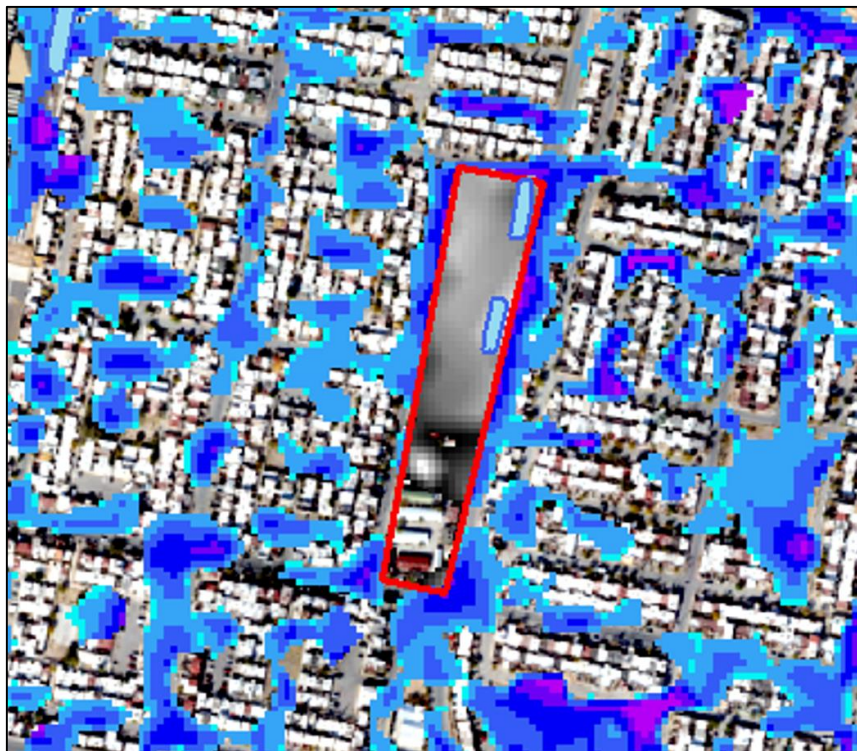


Figura VII.21. Localización de polígono PMDU 7929.

Este polígono cuenta con 2 vasos de captación, presenta una zona de inundación importante hacia el norte del predio y debe de manejar un volumen de 6,200 m<sup>3</sup> aproximadamente (Figura VII.21) para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes hacia los vasos, en especial el del norte, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a las estructuras.**

### SOLUCION LOCAL PMDU 9515

Este polígono se ubica en la subcuenca norte de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono hacia el sureste del polígono 7929.

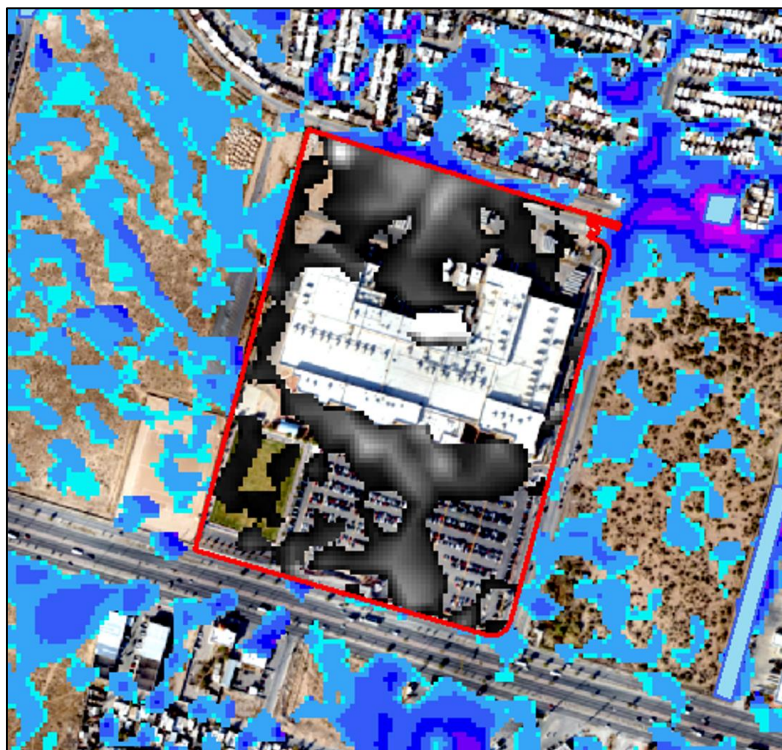


Figura VII.22. Localización de polígono PMDU 9515.



Este polígono no cuenta con vasos de captación, presenta una zona de inundación importante hacia el norte y centro del predio y debe de manejar un volumen de 17,388 m<sup>3</sup> aproximadamente (Figura VII.22) para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes hacia los vasos, en especial el del norte, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la nueva estructura proyectada.**

## B. ZONA TRIANGULO

### SOLUCION LOCAL POLIGONOS PMDU 3259, 3332, 3333 y 3344

Estos polígonos se ubican en la subcuenca Triangulo de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono hacia el sureste del polígono 20380. Este análisis conjunto está conformado por 4 polígonos con nivel de calle con identificador del Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU): 3259, 3332, 3333 y 3344 (Figura VII.23).

Estos polígonos no cuentan con vasos de captación en su interior, solo una obra hidráulica que debería de funcionar para dichos polígonos, sin embargo, esta obra queda insuficiente para la importante zona de inundación que se acumula en la parte central, la cual corresponde a un volumen de 21,570 m<sup>3</sup> aproximadamente (Figura VII.21) para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes hacia el vaso, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la estructura.**



Figura VII.23. Localización de polígonos PMDU 3259, 3332, 3333 y 3344.

### SOLUCION LOCAL PMDU 3645

Este polígono se ubica en la subcuenca Triangulo de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono hacia el este de los polígonos 3259, 3332, 3333 y 3344.



Figura VII.24. Localización de polígono PMDU 3645.

Este polígono cuenta con 1 vaso de captación, uno en el interior, y el otro muy cercano al polígono, sin embargo, presenta una zona de inundación importante hacia el norte y centro del predio y debe de manejar un volumen de  $5,965 \text{ m}^3$  aproximadamente (Figura VII.24) para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes hacia los vasos, en especial hacia el norte, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la estructura.**



## VIII. PROPUESTA NUEVAS OBRAS (ZONA SUR Y AGUAS ARRIBA DEL BORDO MMH)

### SOLUCION LOCAL POLIGONO 8489

Este polígono se ubica en la subcuenca Sur de la Cuenca El Barreal al sur del Blvd. Independencia (Figura VIII.1). Está conformado por tres predios con desarrollos industriales.

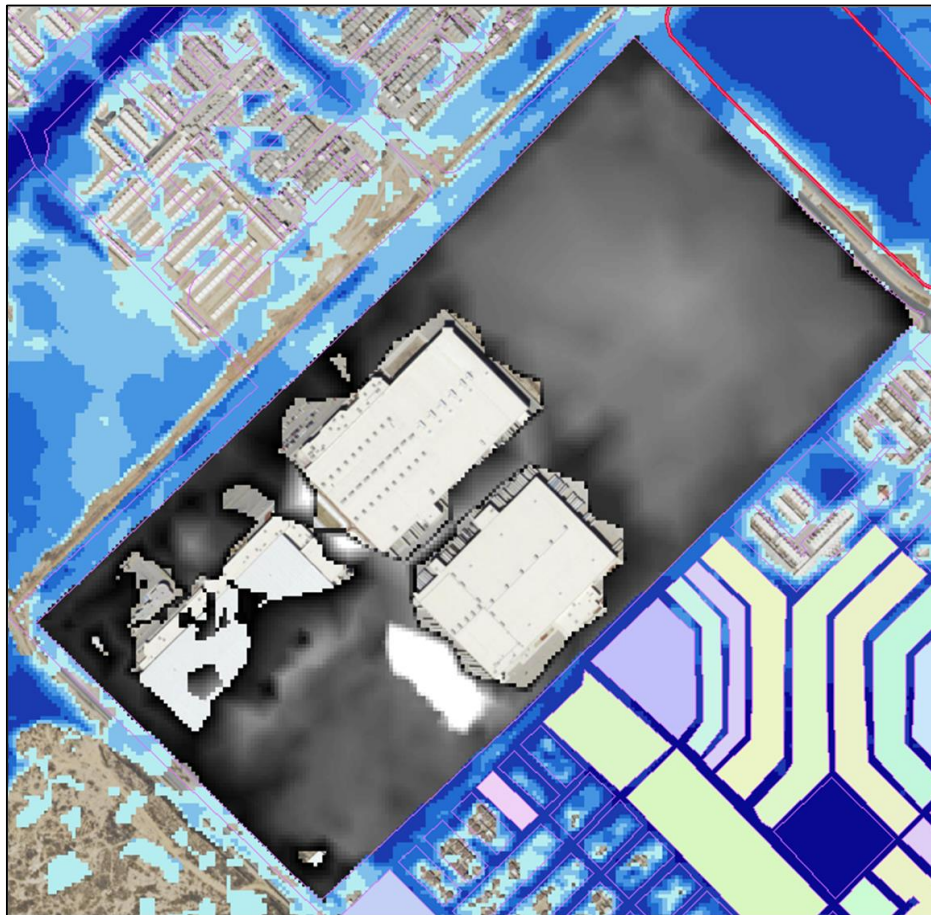


Figura VIII.1. Localización de polígono PMDU 7955.

Aun y cuando hay disponible con 4 pozos de infiltración, los cuales suman un área total de 11,545.5 m<sup>2</sup>, la capacidad de la misma no es suficiente conforme al volumen acumulado del polígono de 369,757 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, por lo que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como de riesgo medio, alto o muy alto.

La solución para esta zona de inundación es la continuación del Bordo Miguel de la Madrid Hurtado (BMMH), de esta manera el tirante de TR100 no brincará hacia el predio, sino que se mantendrá contenida antes del BMMH. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya la continuación del BMMH aproximadamente 1,100 m hacia el sureste sobre la Vialidad Miguel de la Madrid.**

## SOLUCION LOCAL POLIGONO 8488

Este polígono se ubica en la subcuenca Sur de la Cuenca El Barreal al sur del Blvd. Independencia (Figura VIII.2).



Figura VIII.2. Localización de polígono PMDU 8488.

A pesar de que solo la parte sureste del predio está desarrollada no cuenta con estructuras de control pluvial, por lo que es necesario plantear una solución a futuro para contener un volumen acumulado de  $63,128 \text{ m}^3$  para un periodo de retorno de 100 años, por lo que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como riesgo medio, alto o muy alto. La solución para esta zona de inundación es la continuación del Bordo Miguel de la Madrid Hurtado (BMMH), de esta manera el tirante de TR100



no brincará hacia el predio oeste (8489), sino que se mantendrá contenida antes del BMMH.

### **SOLUCION LOCAL POLIGONO 21041**

Este polígono se ubica en la subcuenca Sur de la Cuenca El Barreal al sur del Blvd. Independencia (Figura VIII.3).



Figura VIII.3. Localización de polígono PMDU 21041.

A pesar de que solo la parte norte del predio está desarrollada no cuenta con estructuras de control pluvial, por lo que es necesario plantear una solución a futuro para contener un volumen acumulado de 22,598 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, por lo que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como de riesgo medio, alto o muy alto. La solución para esta zona de inundación es la construcción a futuro de obras que regulen el área afectada de 11,160 m<sup>2</sup>.

### **SOLUCION LOCAL POLIGONO AGEB 581**

Este polígono se ubica hacia el este de la Vialidad Miguel de la Madrid y hacia el sur del polígono 8489 (PMDU). Está conformado por 24 polígonos con nivel de calle con identificador del Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU): 8467, 8460, 8468, 8462, 8463, 8464, 8458, 8465, 8473, 8475, 8461, 8457, 2908, 2886, 2887, 2890, 18015, 18014, 19727, 2905, 2907, 2906, 2904, 7289 (Figura VIII.4).

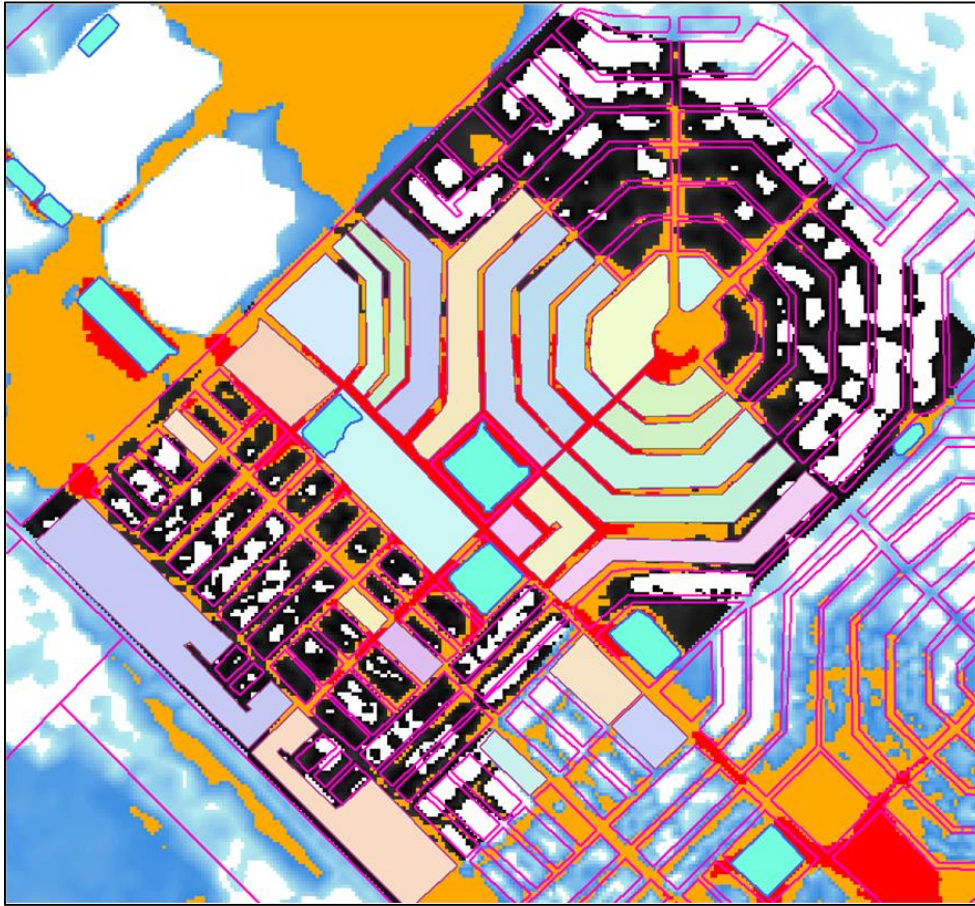


Figura VIII.4. Localización de polígono AGEB 581.

Aun y cuando hay disponible 4 pozos de infiltración, los cuales suman un área total de 42,990 m<sup>2</sup>, la capacidad de la misma no es suficiente conforme al volumen acumulado del polígono de 732,905 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, por lo que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como de riesgo medio, alto o muy alto (Figura VIII.5).

La solución para esta zona de inundación es la continuación del Bordo Miguel de la Madrid Hurtado (BMMH), de esta manera el tirante de TR100 no brincará hacia el predio, sino que se mantendrá contenida antes del BMMH. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya la continuación del BMMH**



aproximadamente 2,600 m hacia el sureste sobre la Vialidad Miguel de la Madrid.



Figura VIII. 5. Localización de 4 vasos de captación (polígonos azules).

## SOLUCION LOCAL POLIGONO AGEB 650

Este polígono se ubica en la subcuenca Sur de la Cuenca El Barreal al sur del Blvd. Independencia y al este de la Vialidad Miguel de la Madrid Hurtado. Está conformado por 11 polígonos con nivel de calle con identificador del Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU): 20323, 20324, 20321, 20109, 20337, 20116, 20096, 7294, 7295, 20103, 17087 (Figura VIII.6).

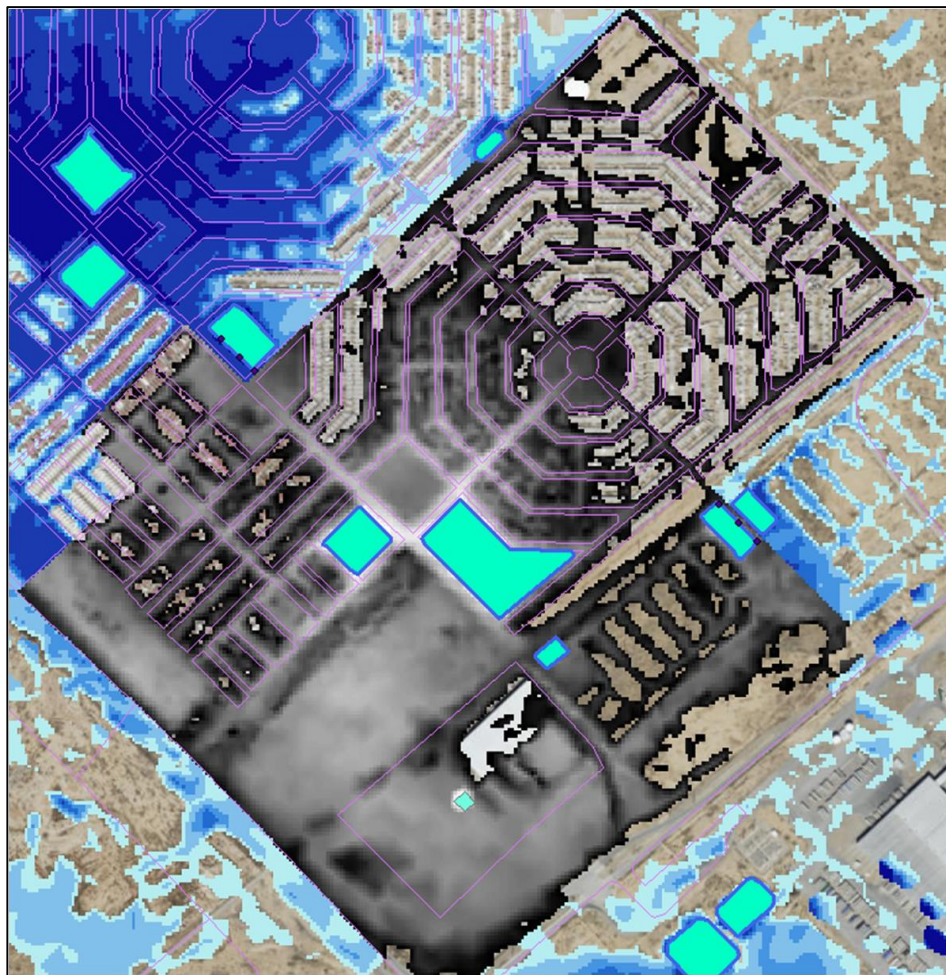


Figura VIII.6. Localización de polígono AGEB 650.

Aun y cuando existen 4 pozos de infiltración, los cuales suman un área total de 26,538 m<sup>2</sup>, la capacidad de los diques es insuficientes para el volumen acumulado de 555,641.2 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, por lo que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como de riesgo medio, alto o muy alto.

La solución para esta zona de inundación es la continuación del Bordo Miguel de la Madrid Hurtado (BMMH), de esta manera el tirante de TR100 no brincará hacia el predio, sino que se mantendrá contenida antes del BMMH. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya la continuación del BMMH aproximadamente 4,200 m hacia el sureste sobre la Vialidad Miguel de la Madrid.**



## SOLUCION LOCAL POLIGONO 20476

Este polígono se ubica en la subcuenca Sur de la Cuenca El Barreal al sur del Blvd. Independencia y al este de la Vialidad Miguel de la Madrid Hurtado (Figura VIII.7).

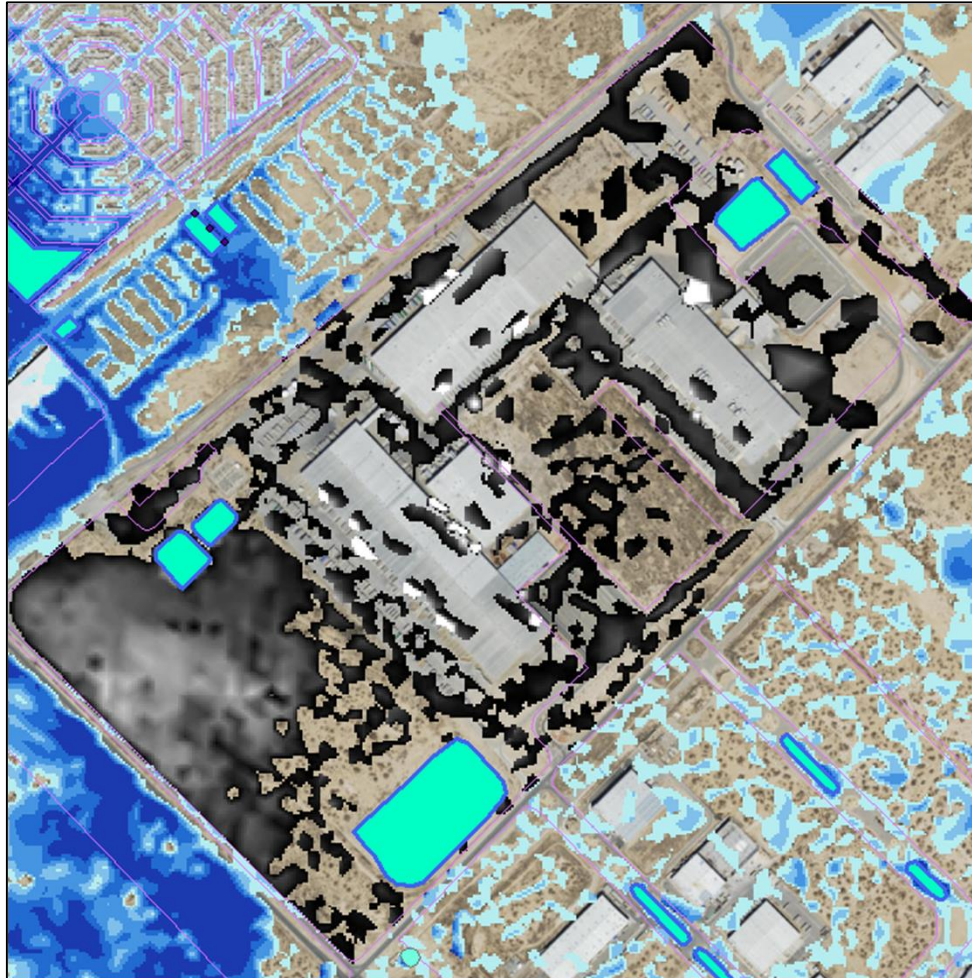


Figura VIII.7. Localización de polígono PMDU 20476.



“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE  
EL BARREAL EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA”

---

Aun y cuando hay disponible 4 pozos de infiltración, los cuales suman un área total de 55,240 m<sup>2</sup>, la capacidad de los diques es insuficiente para el volumen acumulado de 250, 873 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, por lo que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como de riesgo medio, alto o muy alto. La solución para esta zona de inundación es la proyección a futuro de vasos o diques que contengan el tirante de TR100, ya que la parte suroeste del polígono, contigua a la Vialidad Miguel de la Madrid, no tiene desarrollos aun, y el área afectada por el mapa de severidad reclama un área de 69, 003 m<sup>2</sup>, los cuales están disponibles.

## SOLUCION LOCAL POLIGONO 17441

Este polígono se ubica en la subcuenca Sur de la Cuenca El Barreal al oeste de la calle Mar de Plata (FiguraVIII.8).

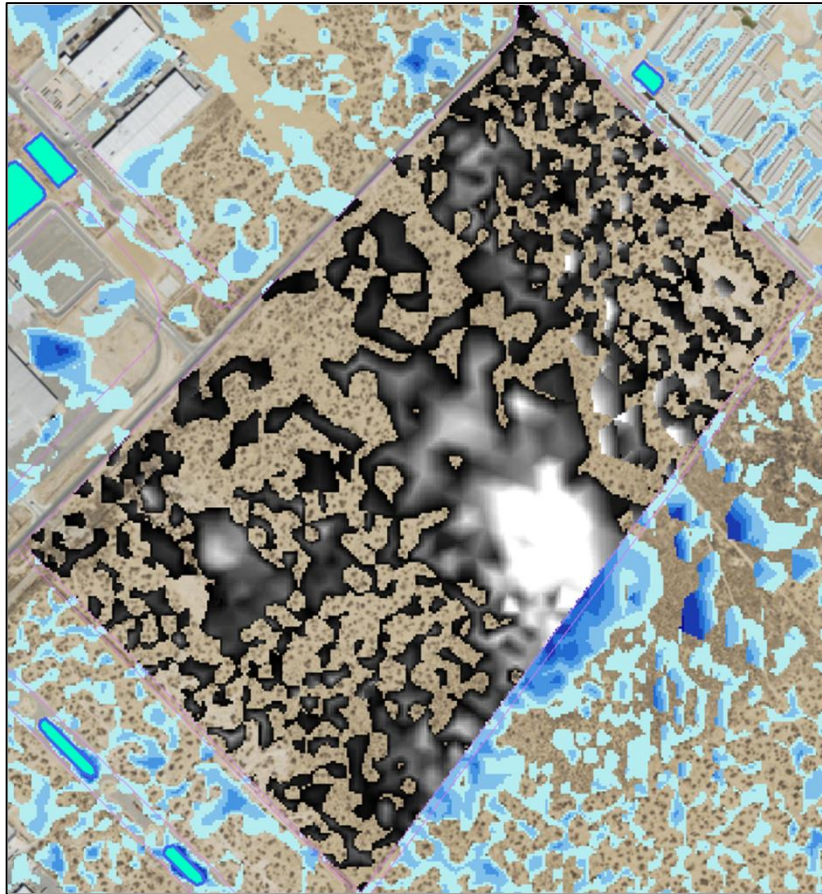


Figura VIII.8. Localización de polígono PMDU 17441.

La solución para esta zona de inundación es que, cuando se comiencen a construir los primeros desarrollos, se proyecten vasos o diques que contengan el tirante de TR100, el cual reclama un volumen de  $104,376 \text{ m}^3$ , mientras que el área afectada por la severidad hidrológica con clasificación media, alta o muy alta, es de  $41,716 \text{ m}^2$ .



## SOLUCION LOCAL POLIGONO 148

Este polígono se ubica en la subcuenca Surponiente de la Cuenca El Barreal al oeste de la Vialidad Miguel de la Madrid Hurtado (Figura VIII.9).

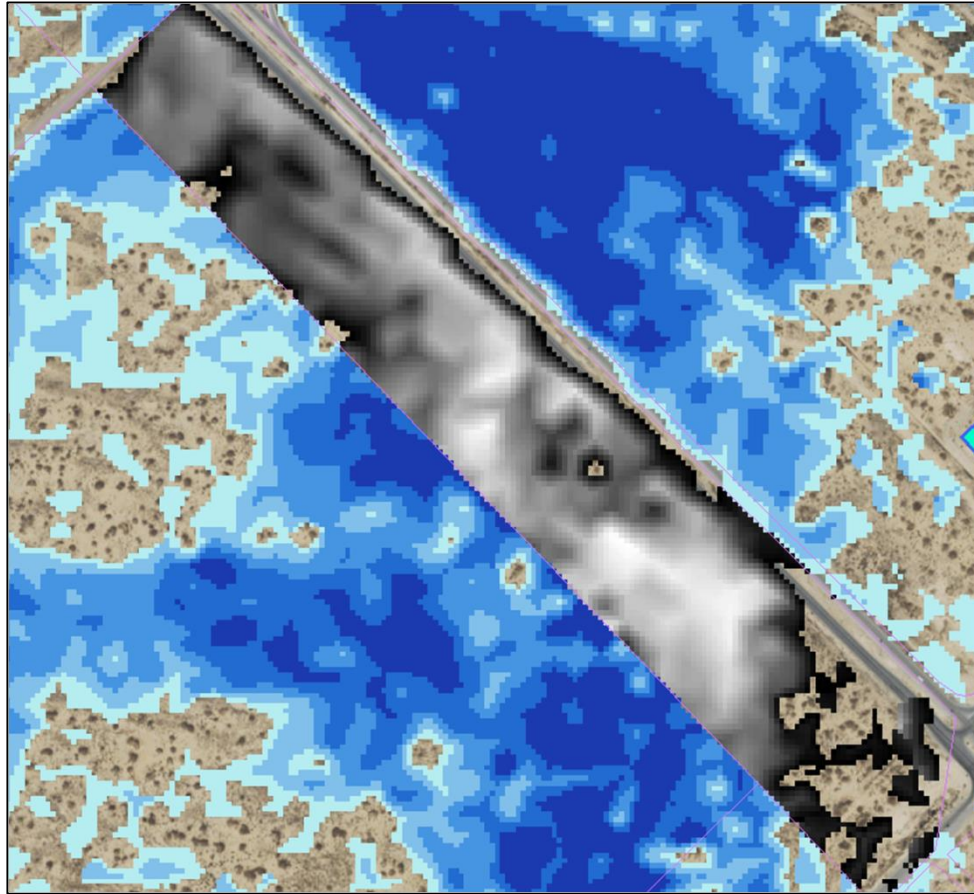


Figura VIII.9. Localización de polígono PMDU 148.

La solución para esta zona de inundación es que, cuando se comiencen a construir los primeros desarrollos, se proyecten vasos o diques que contengan el tirante de TR100, el cual reclama un volumen de 94, 317 m<sup>3</sup>.

## SOLUCION LOCAL POLIGONO 17941

Este polígono se ubica en la subcuenca Surponiente de la Cuenca El Barreal al oeste de la Vialidad Miguel de la Madrid Hurtado y al sureste del polígono 148 (Figura VIII.10).



Figura VIII.10. Localización de polígono PMDU 17941.

La solución para esta zona de inundación es que se necesita preservar las zonas de lagunas que provienen de la parte suroeste de la cuenca El Barreal, y cuando se comiencen a construir los primeros desarrollos, se proyecten vasos o diques que contengan el tirante de TR100, el cual reclama un volumen de  $69,514 \text{ m}^3$  y un área de afectación por zonas de inundación, propias de zona lagunares, de  $41,520 \text{ m}^2$ .



## SOLUCION LOCAL POLIGONO 185

Este polígono se ubica en la subcuenca Surponiente de la Cuenca El Barreal al oeste de la Vialidad Miguel de la Madrid Hurtado y al sureste del polígono 17941 (Figura VIII.11).

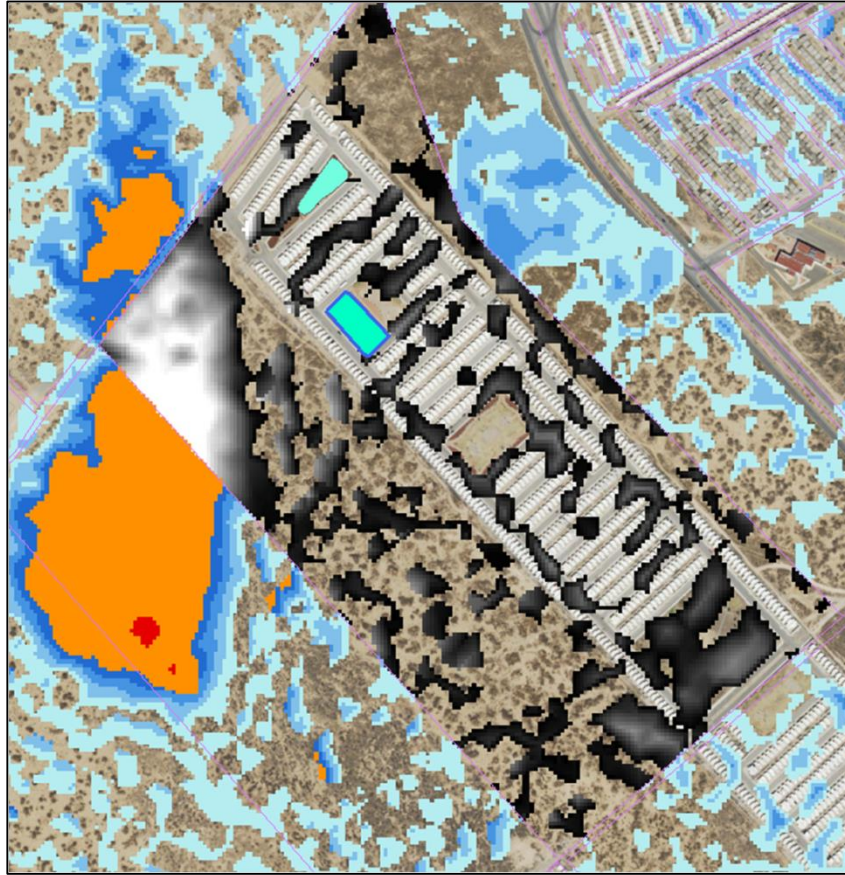


Figura VIII.11. Localización de polígono PMDU 185.

Aun y cuando solo la mitad del predio está desarrollada, existen 2 pozos de infiltración, los cuales suman un área total de  $4,918 \text{ m}^2$ , las capacidades de los diques son insuficientes para el volumen acumulado de  $44,378 \text{ m}^3$  para un periodo



de retorno de 100 años, por lo que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como de riesgo medio, alto o muy alto.

La solución para esta zona de inundación es que se necesita preservar las zonas de lagunas que provienen de la parte suroeste de la cuenca El Barreal, y cuando se comiencen a construir la segunda parte del predio, se proyecten vasos o diques que contengan el tirante de TR100, para los cuales existe un área actual disponible de 9,749 m<sup>2</sup>.

### **SOLUCION LOCAL POLIGONO 186**

Este polígono se ubica en la subcuenca Surponiente de la Cuenca El Barreal al oeste de la Vialidad Miguel de la Madrid Hurtado y al suroeste del polígono 185 (Figura VIII.12).



Figura VIII.12. Localización de polígono PMDU 186.

Aun y cuando el polígono no está desarrollado, se debe de contener volumen acumulado de 93,907 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, ya que el área afectada, localizada en la parte noroeste del predio y catalogada por el mapa de severidad hidrológica como de riesgo medio, alto o muy alto, es de 62, 424.5 m<sup>2</sup>.

La solución para esta zona de inundación es que se necesita preservar las zonas de lagunas que provienes de la parte suroeste de la cuenca El Barreal.

### **SOLUCION LOCAL POLIGONO 191**

Este polígono se ubica en la subcuenca Surponiente de la Cuenca El Barreal a 1.3 km al oeste de la Vialidad Miguel de la Madrid Hurtado (Figura VIII.13).

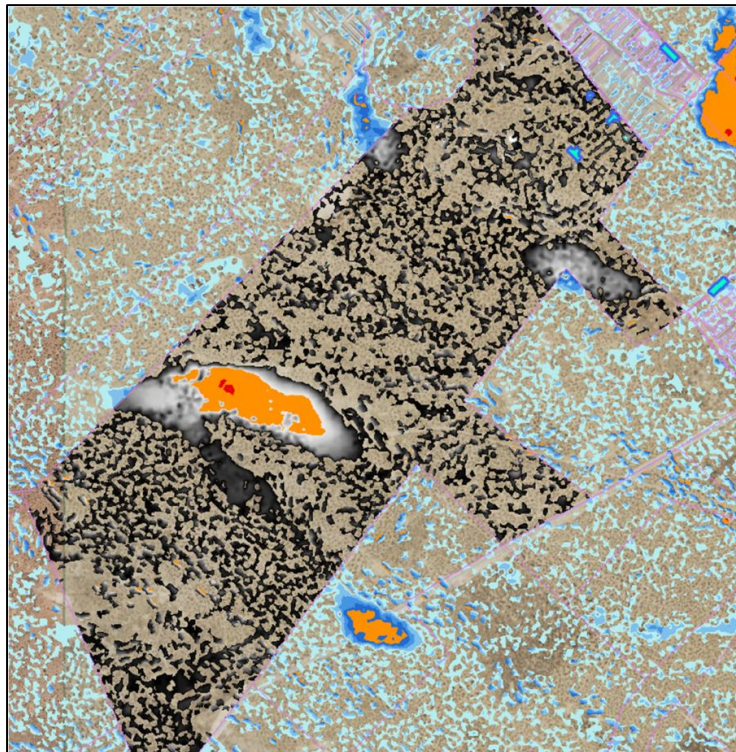


Figura VIII.13. Localización de polígono PMDU 191.

Aun y cuando el polígono no está desarrollado, se debe de contener un volumen acumulado de 358,249 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, ya que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como de riesgo medio, alto o muy alto.

La solución para esta zona de inundación es la preservación de las zonas de lagunares que provienes de la parte suroeste de la cuenca El Barreal.

### **SOLUCION LOCAL POLIGONO 190**

Este polígono se ubica en la subcuenca Surponiente de la Cuenca El Barreal a 3.6 km al oeste de la Vialidad Miguel de la Madrid Hurtado (Figura VIII.14).

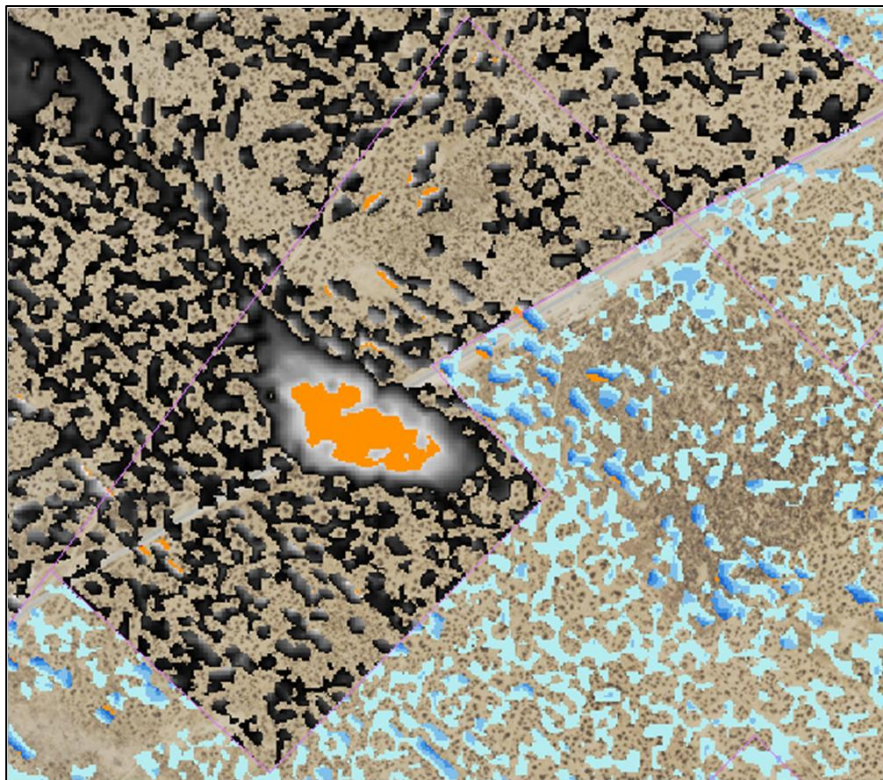


Figura VIII.14. Localización de polígono PMDU 190.



Aun y cuando el polígono no está desarrollado, se debe de contener un volumen acumulado de 72,060 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, ya que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como riesgo medio, alto o muy alto. La solución para esta zona de inundación es la preservación de las zonas de lagunares que provienes de la parte suroeste de la cuenca El Barreal.

### **SOLUCION LOCAL POLIGONO 179**

Este polígono se ubica en la subcuenca Surponiente de la Cuenca El Barreal al suroeste de la Vialidad Del Desierto (Figura VIII.15).

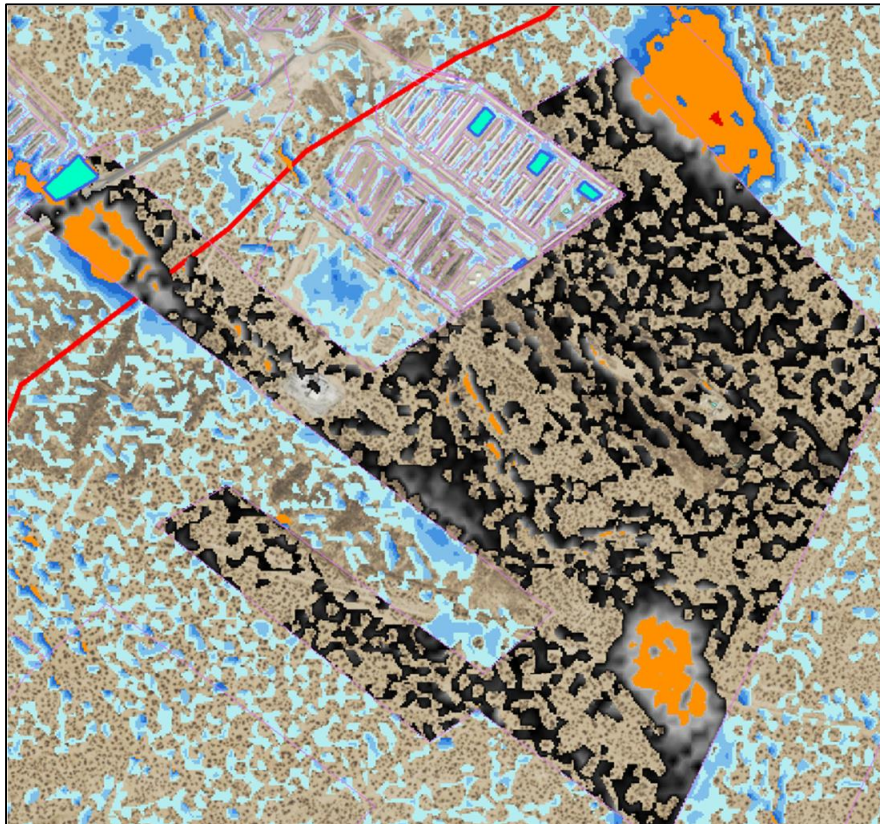


Figura VIII.15. Localización de polígono PMDU 179.

Aun y cuando el polígono no está desarrollado, se debe de contener un volumen total acumulado de todo el predio de 144,206 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años y un volumen de 33,484 m<sup>3</sup> dentro de la cuenca, ya que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como de riesgo medio, alto o muy alto. La solución para esta zona de inundación es la preservación de las zonas de lagunares que provienes de la parte suroeste de la cuenca El Barreal.

### **SOLUCION LOCAL PMDU 143 y 147**

Este polígono se ubica en la subcuenca surponiente de la Cuenca Barreal y se refiere a los polígonos hacia el oeste de la Vialidad Miguel de la Madrid (Figura VIII.16).

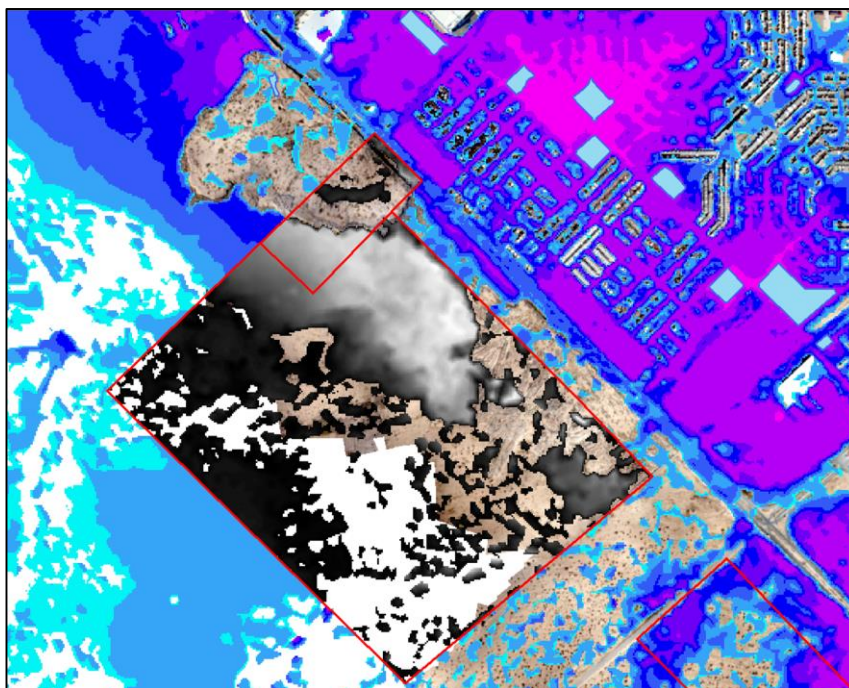


Figura VIII.16. Localización de los polígonos PMDU 143 y 147.



Estos polígonos no cuentan con desarrollos aun, por lo que necesitan manejar un volumen importante de 112,326.57 m<sup>3</sup> aproximadamente para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes hacia los vasos, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos para las nuevas estructuras proyectadas.**

### **SOLUCION LOCAL PMDU 153**

Este polígono se ubica en la subcuenca surponiente de la Cuenca Barreal y se refiere a los polígonos hacia el oeste de la Vialidad Miguel de la Madrid, y al sureste de los polígonos 143 y 147 (Figura VIII.17).

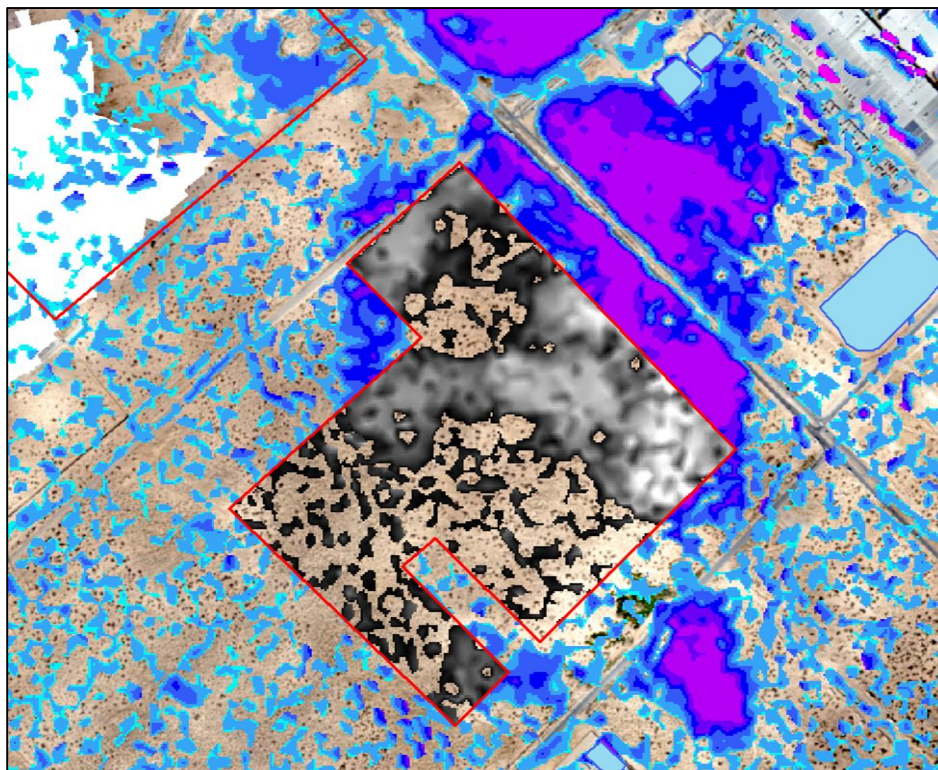


Figura VIII.17. Localización de polígono PMDU 153.



Este polígono no cuenta aún con desarrollos de ningún tipo, sin embargo, necesita manejar un volumen considerable de 142,307 m<sup>3</sup> aproximadamente para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes hacia los vasos futuros, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la nueva estructura proyectada.**

### **SOLUCION LOCAL PMDU 156**

Este polígono se ubica en la subcuenca surponiente de la Cuenca Barreal y se refiere a los polígonos hacia el oeste de la Vialidad Miguel de la Madrid (Figura VIII.18).

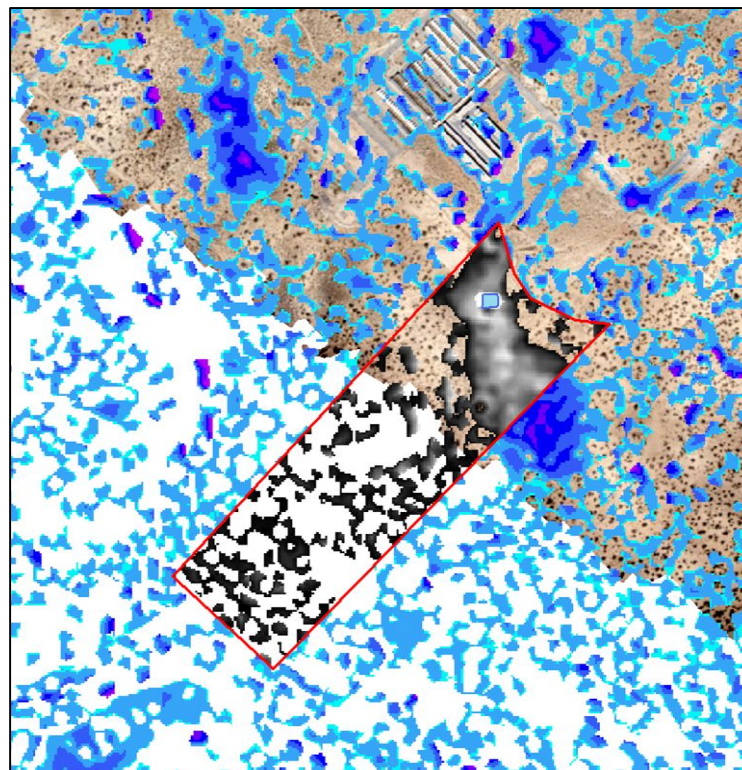


Figura VIII.18. Localización de polígono PMDU 156.

Este polígono permanece aún con pocos desarrollos y tiene solamente un vaso de captación, por lo que necesita manejar un volumen de 27,825.45 m<sup>3</sup> aproximadamente para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes hacia los vasos, en especial el del norte, suficiente capacidad de almacenamiento y una obra de llamada hidráulicamente efectiva para el ingreso de los volúmenes escurridos a la estructura.**

### **SOLUCION LOCAL PMDU 6791**

Este polígono se ubica en la subcuenca surponiente de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono localizado hacia el este de la Vialidad Miguel de la Madrid (Figura VIII.19).

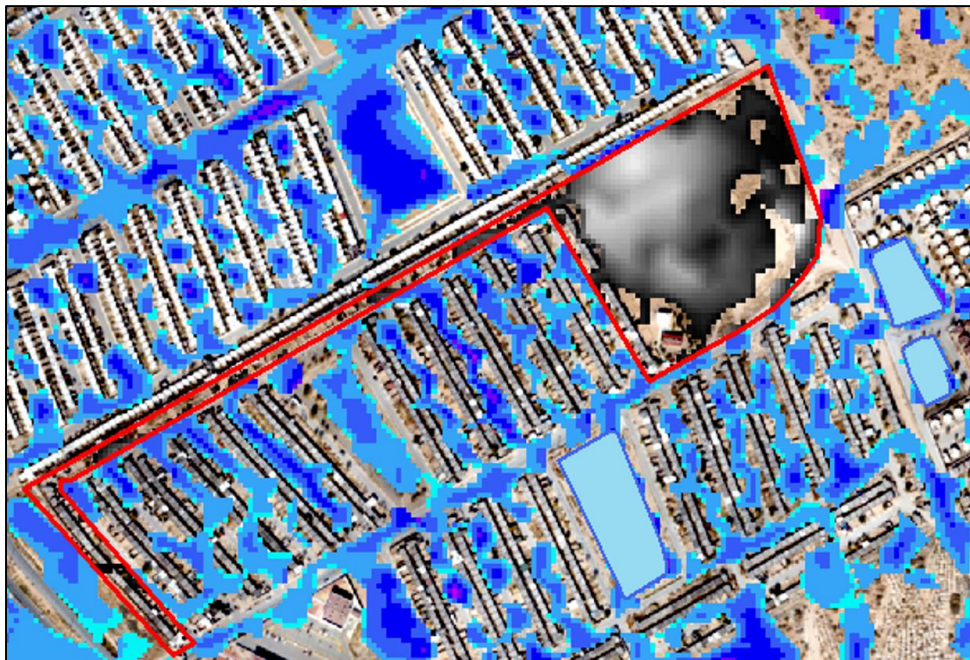


Figura VIII.19. Localización de polígono PMDU 6791.

Este polígono cuenta con desarrollos hacia la parte sur y cuenta con 3 vasos de captación muy cercanos, por lo que necesita manejar un volumen de  $10,748.49 \text{ m}^3$  aproximadamente para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración de un proyecto ejecutivo que incluya el manejo efectivo de rasantes hacia una obra de protección que se debe de proyectar, ya que la mancha de inundación se concentra en la parte noreste del polígono.**

#### SOLUCION LOCAL PMDU 18042

Este polígono se ubica en la subcuenca sur de la Cuenca Barreal y se refiere al polígono hacia el este de la Vialidad Miguel de la Madrid (Figura VIII.20).

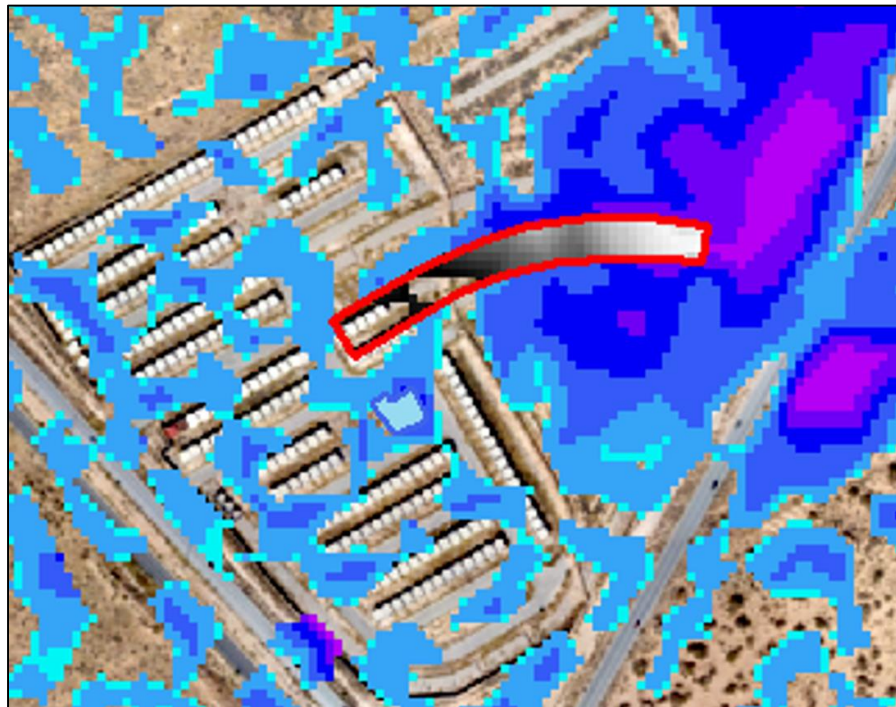


Figura VIII.20. Localización de polígono PMDU 18042.

Este polígono cuenta con desarrollos hacia la parte sur y cuenta con 3 vasos de captación muy cercanos, por lo que necesita manejar un volumen de  $11,120 \text{ m}^3$  aproximadamente (Figura VII.28) para TR 100 años. **Se requiere de la elaboración**



de un proyecto ejecutivo que incluya el redimensionamiento de la obra de captación, el manejo efectivo de rasantes hacia la obra de protección, ya que la mancha de inundación se concentra en la parte este del polígono.

### SOLUCION LOCAL POLIGONOS AGUA ARRIBA DEL BORDO MMH

Estos polígonos se ubican agua arriba del Bordo MMH en la subcuenca Centro de la Cuenca El Barreal, los polígonos son identificados con el ID\_Severid, 18320, 134, 132, 139, 138, 135, 142 y 145 (Figura VIII.21).

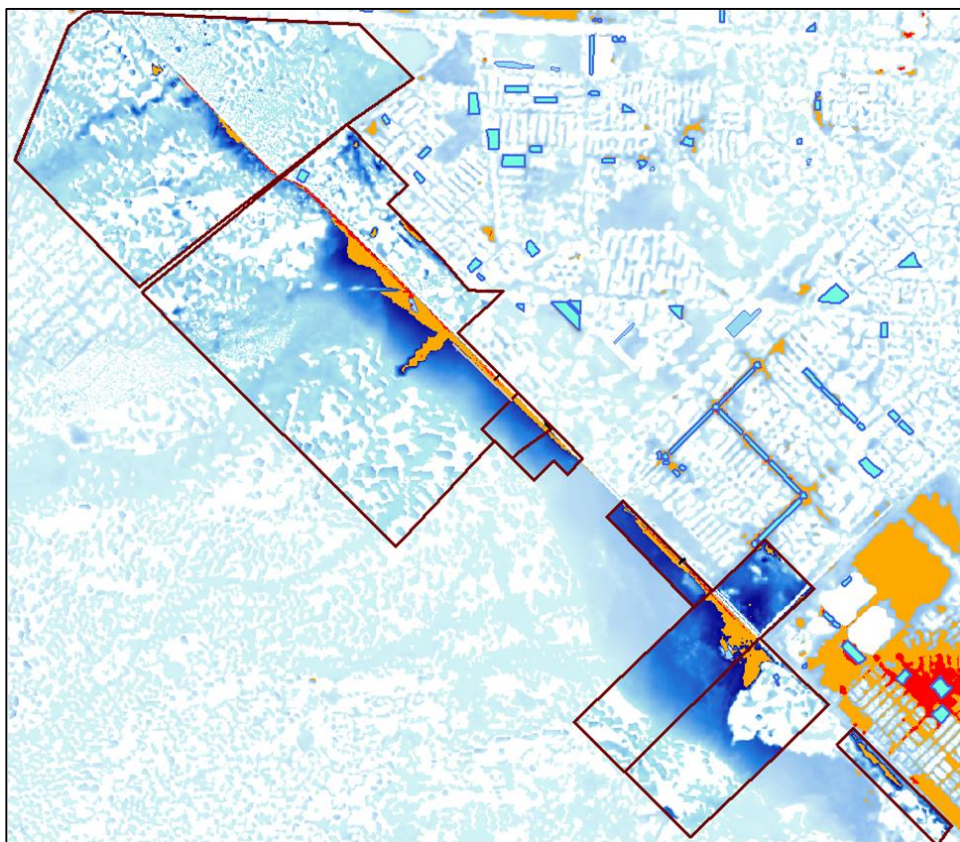


Figura VIII.21. Localización de polígonos PMDU 18320, 134, 132, 139, 138, 135, 142 y 145.



“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE  
EL BARREAL EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA”

---

Aun y cuando en estos polígonos no existen desarrollos, se debe de contener un volumen total acumulado de 571, 078 m<sup>3</sup> para un periodo de retorno de 100 años, ya que el mapa de severidad hidrológica lo cataloga como riesgo medio, alto o muy alto, y la única solución es la preservación del Bordo MMH para que no se vea afectado su operación hidráulica y se altere la geometría del mismo.

## IX. LISTADO FINAL DE POLIGONOS AFECTADOS

El listado final de los desarrollos afectados (Tabla I), muestra por subcuenca los desarrollos que conforme al PMDU o AGEB's presentan un grado de exposición al peligro hidrológico catalogado como medio, alto o muy alto.

**Tabla I.-** Polígonos afectados.

No.	SUBCUENCA	ID_SEVERID	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PMDU	AGEB
1	NORTE	85	141,631.00		X
2	NORTE	86	240,397.00		X
3	BMMH	132	571,078.00	X	
4	BMMH	134		X	
5	BMMH	135		X	
6	BMMH	138		X	
7	BMMH	139		X	
8	BMMH	142		X	
9	BMMH	145		X	
10	BMMH	18320		X	
11	SUR	148	94,317.00	X	
12	SUR	179	144,206.00	X	
13	SUR	185	44,378.00	X	
14	SUR	186	93,907.00	X	
15	SUR	190	72,060.00	X	
16	SUR	191	358,249.00	X	
17	SUR	17441	104,376.00	X	
18	SUR	17941	69,514.00	X	
19	SUR	20476	250,873.00	X	
20	NORTE	4131	15,110.00	X	
21	NORTE	4137	21,138.00	X	
22	NORTE	4138		X	
23	NORTE	4139		X	
24	NORTE	17089	32,146.00	X	



**“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE EL BARREAL EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA”**

25	NORTE	18166	13,663.00	X	
26	NORTE	7955	6,800.00	X	
27	SUR	8488	63,128.00	X	
28	SUR	8489	369,757.00	X	
29	SUR	17087	555,641.20	X	650
30	SUR	7294		X	
31	SUR	20116		X	
32	SUR	7295		X	
33	SUR	20096		X	
34	SUR	20103		X	
35	SUR	20323		X	
36	SUR	20324		X	
37	SUR	20337		X	
38	SUR	20109		X	
39	SUR	20321		X	
40	SUR	21041	22,598.00	X	
41	SUR	143	112,326.57	X	
42	SUR	147		X	
43	SUR	153	142,307.13	X	
44	SUR	156	27,825.45	X	
45	NORTE	2440	13,904.00	X	
46	NORTE	2936	88,292.00	X	
47	TRIANGULO	3259	21,569.00	X	
48		3332		X	
49		3333		X	
50		3344		X	
51	TRIANGULO	3645	5,965.00	X	
52	SUR	6791	10,748.49	X	
53	NORTE	7929	6,196.00	X	
54	NORTE	9515	17,388.00	X	
55	NORTE	16936	6,017.00	X	
56	SUR	18042	1,118.90	X	
57	NORTE	18162	24,774.00	X	
58	NORTE	18856	19,316.00	X	
59	NORTE	20380	41,566.00	X	

**“ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN LA ZONA NORTE Y SUR DE LA CUENCA DE  
EL BARREAL EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA”**

<b>60</b>	SUR	2886	732,905.00	X	581
<b>61</b>	SUR	2887		X	
<b>62</b>	SUR	2890		X	
<b>63</b>	SUR	2904		X	
<b>64</b>	SUR	2905		X	
<b>65</b>	SUR	2906		X	
<b>66</b>	SUR	2907		X	
<b>67</b>	SUR	2908		X	
<b>68</b>	SUR	8457		X	
<b>69</b>	SUR	8458		X	
<b>70</b>	SUR	8460		X	
<b>71</b>	SUR	8461		X	
<b>72</b>	SUR	8462		X	
<b>73</b>	SUR	8463		X	
<b>74</b>	SUR	8464		X	
<b>75</b>	SUR	8465		X	
<b>76</b>	SUR	8467		X	
<b>77</b>	SUR	8468		X	
<b>78</b>	SUR	8473		X	
<b>79</b>	SUR	8475		X	
<b>80</b>	SUR	18014		X	
<b>81</b>	SUR	18015		X	
<b>82</b>	SUR	19727		X	
<b>83</b>	SUR	7289		X	

## **X. RECOMENDACIONES**

- I. Que la autoridad establezca un Plan de mantenimiento de la infraestructura hidráulica existente en la cuenca EL Barreal.
- II. Los fraccionamientos listados como afectados deberán elaborar un proyecto ejecutivo de solución que contenga los siguientes elementos:
  1. Dimensionamiento de la obra conforme a los volúmenes calculados en este estudio (Tabla I)
  2. Prueba Lefranc con descarga al estrato permeable conforme a los resultados del estudio de capacidad de infiltración del Entregable E si es que el dique es existente. En caso de ser una nueva obra deberá realizarse, además, un estudio geoeléctrico específico en la zona propuesta.
  3. Construcción de obra de infiltración al estrato permeable con capacidad de infiltración no mayor a 72 horas para el volumen correspondiente a TR100 (Tabla I)
  4. Obras de llamada con manejo adecuado de rasantes.
  5. Estudio hidrológico con cambio de número de curva (CN) de 69 a 89.
  6. Programa de mantenimiento de la obra propuesta o existente.
  7. Validación del Proyecto de mitigación por parte de la autoridad municipal a través del dictamen de expertos en la materia.