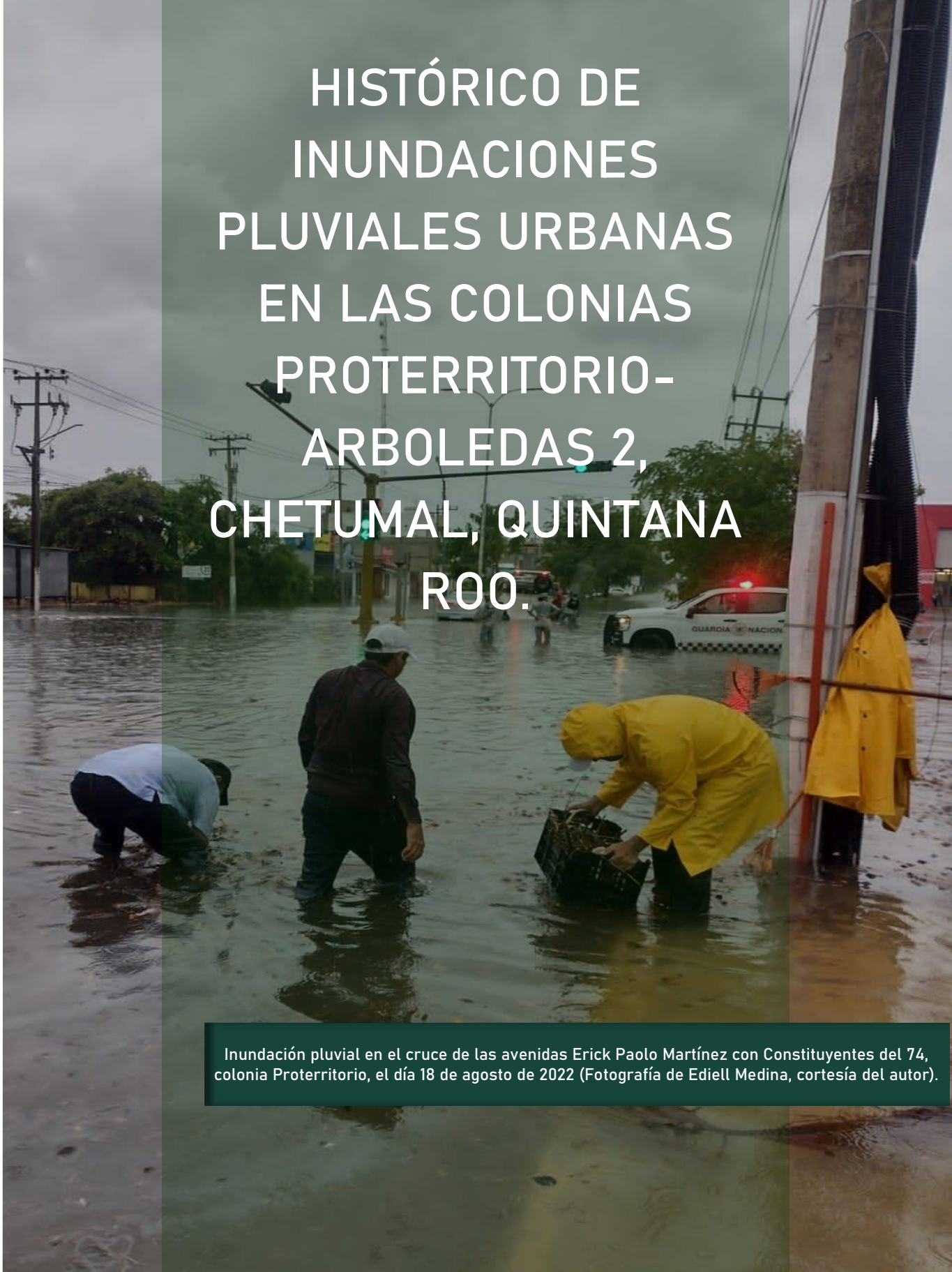


# HISTÓRICO DE INUNDACIONES PLUVIALES URBANAS EN LAS COLONIAS PROTERRITORIO- ARBOLEDAS 2, CHETUMAL, QUINTANA ROO.



Inundación pluvial en el cruce de las avenidas Erick Paolo Martínez con Constituyentes del 74, colonia Proterritorio, el día 18 de agosto de 2022 (Fotografía de Ediel Medina, cortesía del autor).



**ORIQURO**  
Observatorio de Resiliencia  
ante el riesgo por Inundaciones  
en Quintana Roo



PROTECCIÓN CIVIL  
OTHÓN P. BLANCO



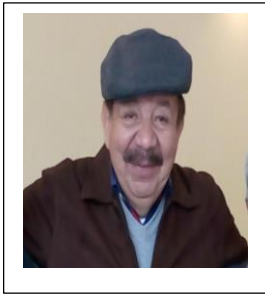
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO



PROGRAMA  
BIENAMERICANO  
CYTED  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO



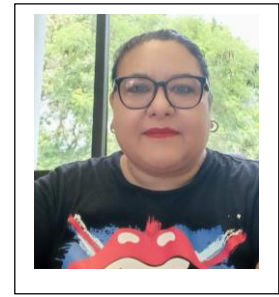
RED BIENAMERICANA PARA LA FORMACIÓN DE COMANDANTES  
RESILIENTES ANTE PERIODO Y DESASTRES POR EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS



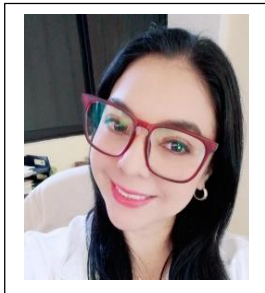
Dr. David Velázquez Torres  
Responsable del ORIQROO



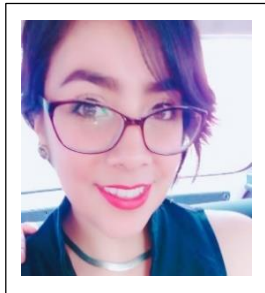
Dr. José Manuel Camacho Sanabria  
Coordinador del ORIQROO



Dra. Rosalía Chávez Alvarado  
Secretaria de Investigación,  
Extensión y Vinculación del  
ORIQROO



Mtra. Alicia Guadalupe Roberto Pintos  
Responsable del Área de SIG y  
TIC's del ORIQROO



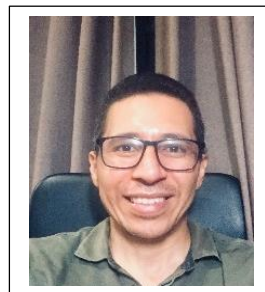
Mtra. Aranelly Wendolyne Estrada Porcayo  
Responsable del Área de Diseño del  
ORIQROO



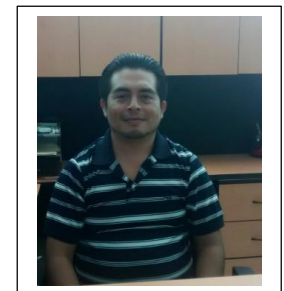
Mtra. María Marcela Cimé Ruiz  
Responsable del Área de  
Redes Sociales del ORIQROO



Mtro. Romeo Alejandro Sánchez Zavalegui  
Responsable del Área de Cartografía  
del ORIQROO



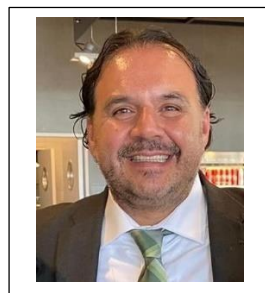
Mtro. Juan Antonio Álvarez  
Responsable del Área de Análisis  
Estadístico del ORIQROO



Dr. Martín Antonio Santos Romero  
Profesor investigador invitado  
del ORIQROO



Dr. Pablo Bayón Martínez  
Profesor investigador invitado del  
ORIQROO



Dr. Yered Gybram Canchola Pantoja  
Profesor investigador invitado  
del ORIQROO



## OBSERVATORIO DE RESILIENCIA ANTE EL RIESGO POR INUNDACIONES EN QUINTANA ROO (ORIQROO)

### **David Velázquez Torres**

Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo  
Responsable del ORIQROO

### **José Manuel Camacho Sanabria**

Coordinador del ORIQROO  
Cátedra Conacyt en la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **Rosalía Chávez Alvarado**

Secretaria de Investigación, Extensión y Vinculación del ORIQROO  
Cátedra Conacyt en la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **Pedro Santos Chuc**

Director de Protección Civil Municipal del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco

1ª. edición, enero-junio 2023

Versión impresa y digital

### **Autores:**

José Manuel Camacho Sanabria, Rosalía Chávez Alvarado, Alicia Guadalupe Robertos Pinto, Romeo Alejandro Sánchez Zavalegui, Aranely Wendolyne Estrada Porcayo, Juan Antonio Álvarez Trinidad

### **Comité Científico Revisor:**

#### **María de Lourdes Romo Aguilar**

Especialista en Gestión y política urbano-ambiental en relación con la vulnerabilidad a riesgos hidrometeorológicos y cambio climático. El Colegio de la Frontera Norte, Departamento de Estudios Urbanos y del Medio Ambiente.

#### **Juan Manuel Rodríguez Esteves**

Especialista en Riesgos de desastres, vulnerabilidad social, desastres asociados a fenómenos naturales y cambio climático. El Colegio de la Frontera Norte, Departamento de Estudios Urbanos y del Medio Ambiente.

**Diseño y edición:** Aranely Wendolyne Estrada Porcayo

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES RESPONSABILIDAD  
EXCLUSIVA DE LOS AUTORES

# INTRODUCCIÓN

---

Según cifras de la [Base de Datos Internacional acerca de Desastres](#), durante el periodo 2000-2019 las inundaciones afectaron a un total de 1650 millones de personas, provocaron alrededor de 122 000 muertes y ocasionaron daños calculados de 563 millones de dólares estadounidenses en todo el planeta. En México, se busca que diversas instituciones públicas y privadas participen en generar información y difundirla para juntos lograr una [reducción del riesgo de desastre por inundaciones](#).

Para lograr dicho propósito investigadores del [Conacyt](#) y de la [Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo](#), a la par con instituciones públicas como la [Coordinación Municipal de Protección Civil del H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco](#) conjugan esfuerzos para generar un boletín semestral, mismo que sirve para difundir información acerca del riesgo por inundaciones pluviales en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.

El propósito de este boletín es compartir la información del proyecto [“Resiliencia comunitaria ante el riesgo por inundaciones pluviales en la colonia Proterritorio, Chetumal, Quintana Roo, \(México\)”](#), auspiciado por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CyTED), a través de la Red Iberoamericana para la Formación de Comunidades Resilientes ante Riesgos y Desastres por Eventos Naturales Extremos (RIFOREDEX).

Este boletín es parte de las estrategias de difusión del [Observatorio de Resiliencia ante el riesgo por Inundaciones en Quintana Roo \(ORIQROO\)](#), que pretende la inclusión de la participación social e institucional para generar información que sea útil y que contribuya a generar acciones de prevención, reducción y preparación ante riesgos por inundaciones pluviales en [las colonias o barrios](#) de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.

Si usted lector tiene información importante o desea externar comentarios al respecto, favor de contactarnos en <https://www.facebook.com/ORIQROO>, Instagram [@\\_origroo](#), o al correo [origroo@hotmail.com](mailto:origroo@hotmail.com). Su opinión es muy importante para mejorar y continuar colaborando con ustedes.

## Definición de Inundaciones pluviales urbanas

Son eventos que ocurren por la acumulación de agua en un **tiempo** y **espacio** determinado. Las inundaciones pluviales urbanas son producto del flujo superficial de agua o volumen de escorrentía generado por **lluvias locales fuertes e intensas de corta o prolongada duración**. Particularmente, este tipo de inundaciones se presenta en los sitios que se carece de infraestructura pluvial o donde el drenaje resulta insuficiente e inadecuado, al grado que excede la capacidad de conducción del sistema y permanece en la superficie, o en su defecto, ingresa a los asentamientos humanos.



Inundación pluvial en el cruce de las calles 10 de Abril con Dos Aguadas, colonia Arboledas 2, durante los días del 16 al 19 de octubre de 2015 (Fotografía de Efrén Maqaña, cortesía del autor).

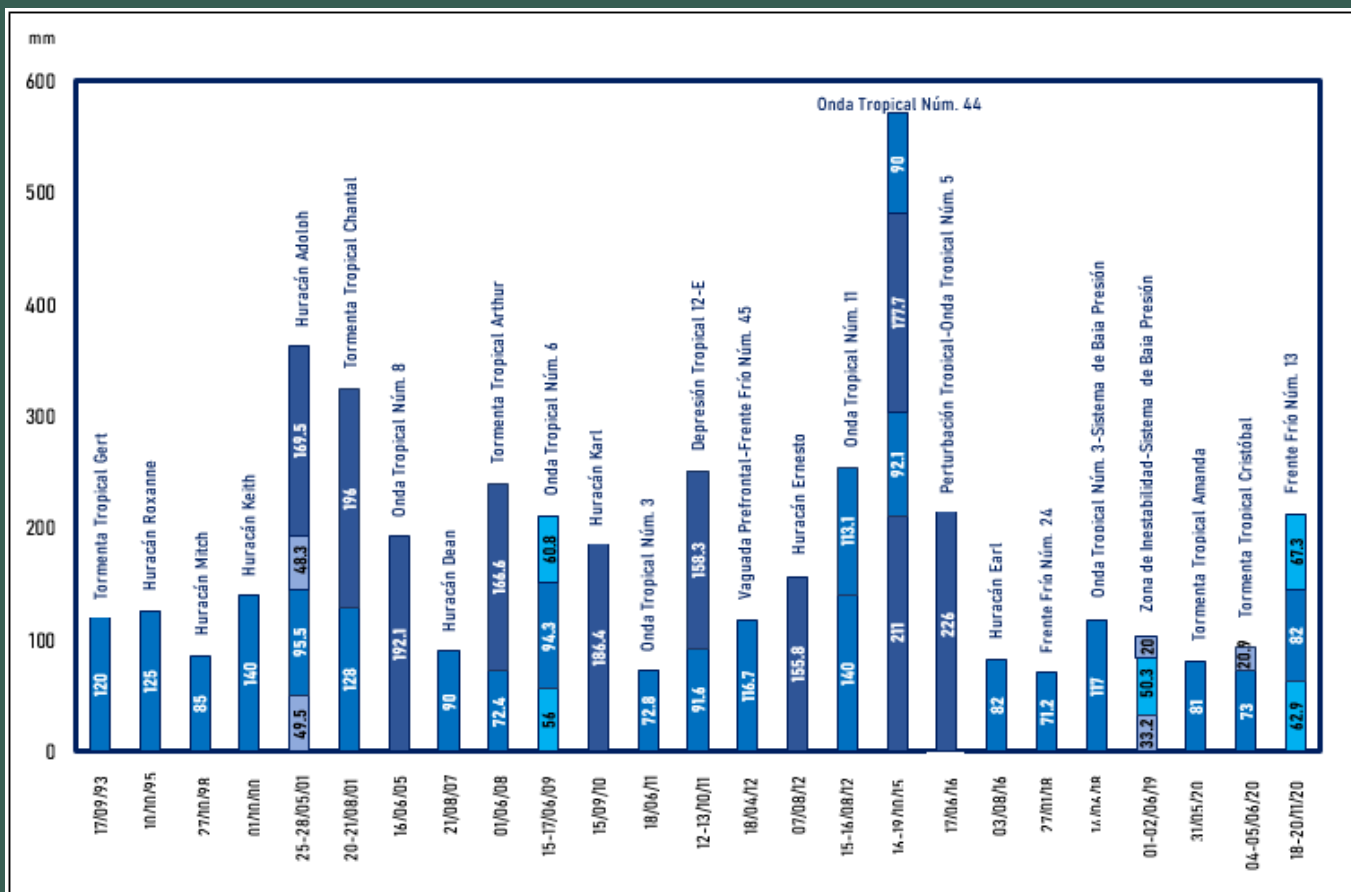
## Inundaciones pluviales urbanas asociadas a fenómenos meteorológicos en las colonias Proterritorio-Arboledas 2: periodo 1993-2020

Se identificaron 25 eventos de inundación pluvial en las colonias Proterritorio-Arboledas 2 (Gráfica 1), los cuales ocurrieron por fenómenos meteorológicos: ocho por huracanes, cinco por tormentas tropicales, cuatro por ondas tropicales, tres por frentes fríos, uno por depresión tropical, uno por vaguada prefrontal y frente frío, uno por perturbación tropical y onda tropical, uno por onda tropical con sistema de baja presión, y uno por zona de inestabilidad con baja presión. Esto significa que la población y las instituciones, como **Protección Civil Municipal y Estatal** deben estar **alertas** no solo por la incidencia de huracanes, sino ante cualquier otro fenómeno meteorológico, para con ello prevenir o evitar eventos llamados **desastres por inundaciones pluviales urbanas**.



Inundación pluvial en la calle Chablé entre las calles 5 de febrero y Jacinto Pat, Colonia Proterritorio, durante los días del 16 al 19 de octubre de 2015 (Fotografía de Karen Dzul Solis, cortesía del autor).

Gráfica 1. Eventos de inundación pluvial en las colonias Proterritorio-Arboledas 2 (periodo 1993-2020).



Fuente: Camacho et al. (2022).

Aunado a lo anterior, de los 25 eventos de inundación pluvial identificados 11 ocurrieron por lluvias intensas y cuatro por lluvias torrenciales en 24 horas; cinco eventos por precipitaciones acumuladas en 48 horas (tres por una lluvia intensa y una lluvia torrencial; uno por dos lluvias intensas; y uno por una lluvia fuerte y una lluvia intensa); tres eventos por precipitaciones continuas en 72 horas (el primero por dos lluvias muy fuertes y una lluvia intensa; el segundo por una lluvia muy fuerte, una lluvia fuerte y una lluvia moderada; y el tercero por una lluvia intensa y dos lluvias muy fuertes); y dos eventos por precipitaciones acumuladas en 96 horas (el primero por dos lluvias muy fuertes, una lluvia intensa y una lluvia torrencial; y el segundo por dos lluvias intensas y dos lluvias torrenciales).

Cuadro 1. Clasificación de las lluvias según su intensidad en 24 hrs.

Categoría	Intensidad (mm)
Lluvias extraordinarias	Mayor a 250
Lluvias torrenciales	Entre 150.1 y 250
Lluvias intensas	Entre 70.1 y 150
Lluvias muy fuertes	Entre 50.1 y 70
Lluvias fuertes	Entre 20.1 y 50
Lluvias moderadas	Entre 10.1 y 20
Lluvias ligeras	Entre 5 y 10
Lluvias escasas	Menor a 5

Fuente: elaboración propia con base en CENAPRED (2021a, 2021b).

# Identificación de las zonas de inundación pluvial (Zip): evento octubre de 2015

Se propuso llamar **Zip** a las **zonas de inundación pluvial**. Estas, a su vez, se definieron como áreas que comúnmente acumulan agua producto del flujo superficial o volumen de escorrentía que generan las **lluvias extremas** (mayores a 70 milímetros en 24 horas) y **precipitaciones continuas o prolongadas** (mayores a 90 milímetros en tres o más días) asociadas a distintos fenómenos meteorológicos. Por otra parte, a la altura o nivel de agua que se concentró en las Zip se le asignó el **término tirante máximo de agua acumulado**; por tanto, las Zip que registraron una altura de agua acumulada **mayor a 0.3 metros** se consideraron como zonas de inundación y aquellas que registraron valores **menores a 0.3 metros** se definieron como **áreas de encharcamiento**.

La información referente a la cobertura de las Zip (**superficie inundada**), así como el tirante máximo de agua acumulado se obtuvo a través de entrevistas aplicadas a la población de las colonias Proterritorio-Arboledas 2 acerca de las inundaciones pluviales ocurridas durante el periodo **1990-2020**. Al realizar el recorrido y concluir con la recolección de datos, destacó la inundación de octubre de 2015 como la más severa hasta

ahora y de ello se obtuvieron **11 Zip** que suman una superficie de **39.1 hectáreas (ha)**, de las cuales **30.27 ha** pertenecen a la cobertura inundada y **8.83 ha** a las áreas de encharcamiento. Destacan las **Zip<sub>2</sub>** y **Zip<sub>5</sub>** como las zonas con mayor superficie inundada (ver Cuadro 2 y Mapa 1).

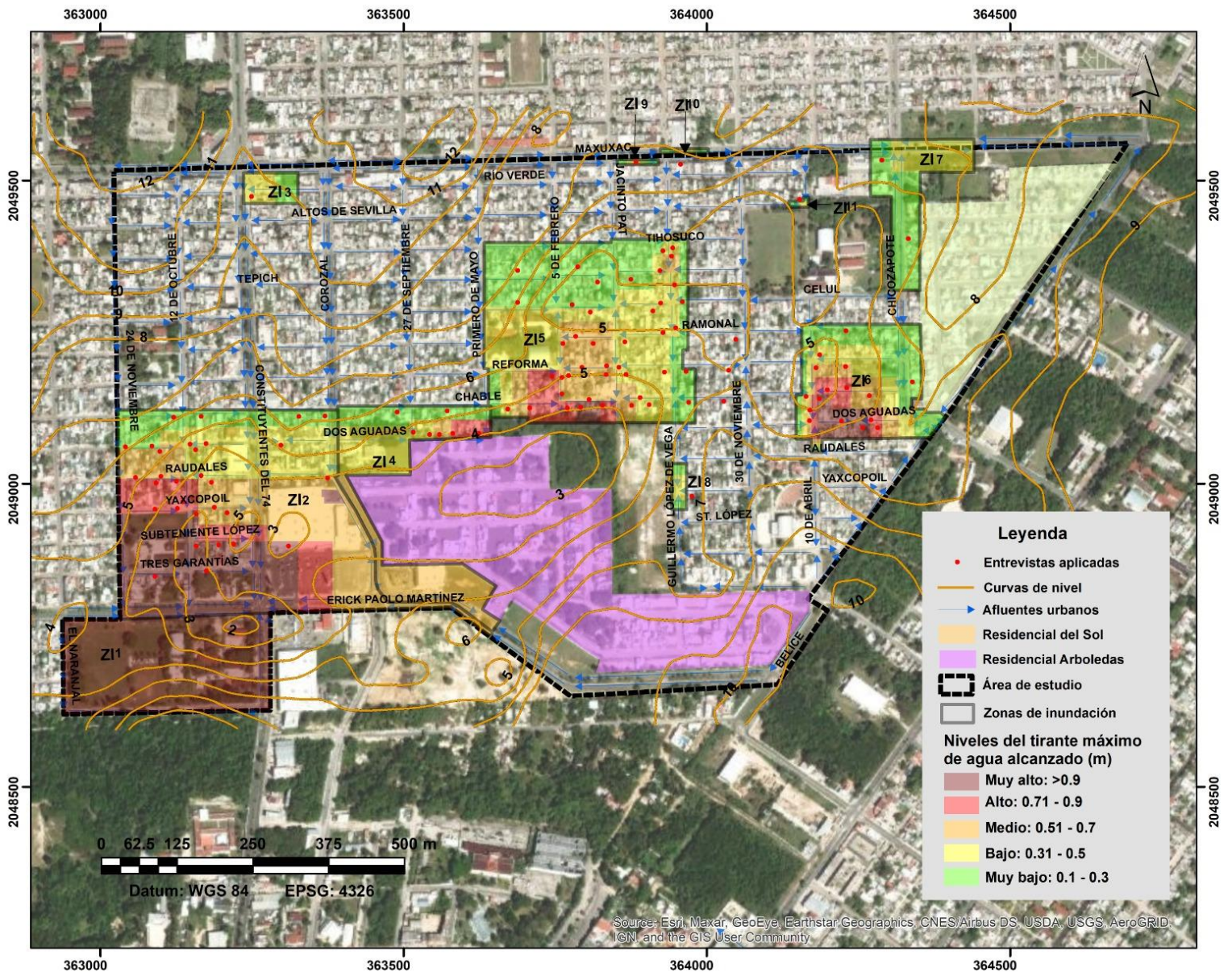
Cuadro 2. Cobertura de las zonas de inundación pluvial.

Zip	Área de inundación (ha)	Área de encharcamiento (ha)
1	5.37	0
2	12.17	1.28
3	0.28	0.19
4	2.86	0.68
5	6.28	3.75
6	2.39	1.52
7	0.74	1.25
8	0.1	0.08
9	0.03	0.03
10	0.03	0.03
11	0.02	0.02
<b>Total</b>	<b>30.27</b>	<b>8.83</b>

Fuente: Camacho et al. (2022).

# Mapa 1.

## Zip y su tirante máximo de agua acumulado: evento octubre de 2015.



Fuente: Camacho et al. (2022).



# Daños y pérdidas graduales asociados al tirante máximo de agua acumulado en las Zip: evento octubre de 2015

El Cuadro 3 es una clasificación de los daños y pérdidas relacionados con el tirante máximo de agua acumulado en las Zip. Se registraron daños importantes en el Colegio de Bachilleres Plantel Chetumal Dos; en el Centro de Actualización del Magisterio de Chetumal y pérdidas de bienes en algunas viviendas, como camas, colchones, roperos, televisiones, lavadoras, refrigeradores, estufas, ropa y zapatos, principalmente. También se reportaron afectaciones de vehículos y pérdida de documentos personales. En total se registraron 852 viviendas, 82 establecimientos comerciales, tres escuelas y aproximadamente 3,826 habitantes en las Zip cuyo tirante máximo de agua acumulado fue mayor a 0.3 metros.

Cuadro 3. Pérdidas y daños relacionados con el tirante máximo de agua acumulado en las zonas de inundación pluvial

Nivel del tirante máximo de agua	Altura o profundidad (m)	Pérdidas y/o daños
Muy bajo	0.10 - 0.30	En algunos casos el agua ingresó al patio o frente de las viviendas y comercios (sin banquetta-guarnición).
Bajo	0.31 - 0.50	El flujo del agua comenzó a ingresar a las viviendas y comercios por el efecto de ola que ocasionaron los vehículos que circulaban por las calles. En algunas zonas el agua se combinó con aguas residuales del drenaje sanitario. Se registró interrupción de tráfico regular de vehículos y personas.
Medio	0.51 - 0.70	Vehículos varados, pérdida de bienes en las viviendas y comercios, y daños en el inmobiliario escolar de algunos centros educativos.
Alto	0.71 - 0.90	Además de lo anterior, daños en autopartes de vehículos y dificultad en la movilidad motriz de las personas. En algunos casos, se registraron daños en la infraestructura de las viviendas y de la vía pública por la frecuencia y permanencia de las inundaciones. También se interrumpieron las actividades laborales de las personas.
Muy alto	> 0.91	Daño potencial en viviendas, comercios y centros educativos, debido a que las pérdidas económicas fueron considerables. No se registraron pérdidas humanas, sin embargo, existe el riesgo de que ocurran y, sobre todo, en los grupos de población vulnerables.

Fuente: Camacho et al. (2022).

# Entonces...

Es importante considerar que las inundaciones pluviales urbanas en la colonia Proterritorio-Arboledas 2 son producto de lluvias extremas asociadas a:

-  Huracanes,
-  tormentas tropicales,
-  depresiones tropicales,
-  perturbaciones tropicales,
-  vaguadas prefrontales,
-  ondas tropicales,
-  sistemas de baja presión,
-  zonas de inestabilidad y
-  frentes fríos.





# ORI QROO

Observatorio de Resiliencia  
ante el riesgo por Inundaciones  
en Quintana Roo

**“CONTRIBUIR AL CONOCIMIENTO  
PARA FORMAR COMUNIDADES  
RESILIENTES”**

# BIBLIOGRAFÍA

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2021a). Serie Fascículos. Inundaciones. México: Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

---

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2021b). Serie Fascículos. Tormentas Severas. México: Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

---

Camacho, J.M., Chávez, R., Estrada, A.W., Robertos, A.G., Sánchez, R.A., y Álvarez, J.A. (2022). Inundaciones por lluvias extremas asociadas a fenómenos meteorológicos. Caso de estudio: colonia Proterritorio, Chetumal, Quintana Roo. En J.M. Camacho y R. Chávez, Riesgos hidrometeorológicos en el sureste mexicano (Quintana Roo): inundaciones urbanas (pp. 19-50). México: AM Editores.

