



HIDRODINÁMICA DE FLUJOS TORRENCIALES DURANTE INUNDACIONES URBANAS

ING. ADRIANA MONSERRAT RUIZ DIAZ CARDOSO

Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción,
como requisito para la obtención del título de Magister en Ciencias de la Ingeniería
de Recursos Hídricos

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ingeniería
Programa de Postgrado en Ingeniería de Recursos Hídricos
San Lorenzo, Paraguay
Mayo, 2018

HIDRODINÁMICA DE FLUJOS TORRENCIALES DURANTE INUNDACIONES URBANAS

Adriana RC

RESUMEN

Las inundaciones urbanas provocadas por eventos de precipitaciones y en momentos desbordes de arroyos y/o canales urbanos, y la conjunción de un ineficiente o inexistente drenaje urbano, en Asunción y Gran Asunción, ocasionan grandes escurrimientos en calles con flujos torrenciales de gran turbulencia y una hidrodinámica cambiante, pudiéndose verificar todo tipo de fenómenos hidráulicos peligrosos como resaltos, oleajes y vórtices. Este trabajo estudió la hidrodinámica del flujo presentada en calles en dos puntos pilotos, críticos, mediante la técnica de LS-PIV (Large Scale Particle Image Velocimetry) y la simulación CFD (Computation Fluid Dinamic) como complemento para comprenderla mejor y medir parámetros específicos que envuelvan los diferentes fenómenos, que no serían posibles con simulaciones tradicionales urbanas que indican únicamente valores medios de velocidades y niveles. Los resultados obtenidos indican un estado crítico de gran peligrosidad en las calles, verificándose todo tipo de flujos en una discretización espacial y/o temporal, variando con niveles bajos (menores a 50cm) y velocidades puntuales considerables en calle y/o veredas (mayores a 2m/s), y niveles elevados (mayores a 50cm) con velocidades generalmente más bajas, inclusive con precipitaciones de tiempos de recurrencia menores a dos años. Ambas situaciones propicias para el arrastre de personas y/o vehículos, en el primer caso por deslizamiento y en el segundo por vuelco o flotabilidad. Se concluyó en la tesis que es posible realizar un análisis completo de la hidrodinámica ocurrida durante inundaciones urbanas de este tipo, con la conjunción de ambas técnicas, LS-PIV y la simulación CFD, proporcionando resultados con gran información de picos de velocidades y fluctuaciones, capaz de analizar cualitativa y cuantitativamente cada fenómeno encontrado en el flujo, proponiendo, que desde el diseño y la readecuación de redes de aguas pluviales, se deben tener en cuenta valores de velocidades máximas que se verifiquen para niveles relativos bajos, ya que los métodos tradicionales no son alarmantes para estos casos, que representan un gran peligro, además con igual relevancia se debe tener en cuenta si se forman fenómenos hidráulicos peligrosos y evitarlos.

Palabras Claves: *Inundaciones Urbanas, LS-PIV, CFD, Hidrodinámica de Flujos Torrenciales, Raudal.*

HIDRODINÂMICA DOS FLUXOS TORRENCIAIS DURANTE INUNDAÇÕES URBANAS

Adriana RC

RESUMO

As inundações urbanas causadas por eventos de chuva e por momentos transbordo dos rios e / ou canais urbanos, e a combinação de uma drenagem urbana ineficiente ou inexistente em Assunção e Grande Assunção, produzindo importantes escoamentos nas ruas, torrenciais e fortemente turbulentos e uma hidrodinâmica variável. A ocorrência de diversos fenômenos hidráulicos como ressaltos, ondas e vórtices entre outras são comuns, que geram situações perigosas. Este trabalho estudou a hidrodinâmica do escoamento apresentado em ruas em dois pontos críticos, compreendendo trechos de comprimento de ruas entre 100m y 300m, utilizando a técnica de LS-PIV com a análise de vídeos adequados para análise (Large Scale Particle Image Velocimetry) e simulação CFD (Computational Fluid Dynamics), como complemento para compreender melhor os fenômenos que se apresentam, e avaliar grandezas de interesse que descrevem o escoamento os diferentes fenômenos, em contraposição a métodos tradicionais, que fornecem apenas valores médios de velocidades e níveis. Com o LSPIV foi obtido o escoamento superficial. Os resultados obtidos indicam um estado crítico de grande perigo nas ruas, verificando todo tipo de escoamento em uma discretização espacial e/ou temporal, variando com níveis baixos (menos de 50 cm) e velocidades pontuais significativas na rua e / ou calçada (maiores que 2 m/s) e níveis elevados (superior a 50 cm), com velocidades geralmente inferiores, mesmo com tempos de recorrência das precipitação menores a dois anos. Há duas situações propícias para arrastar pessoas e / ou veículos. No primeiro caso por deslizamento e no segundo por tombamento ou flutuabilidade. Concluiu-se que é possível realizar uma análise completa da hidrodinâmica que ocorre durante enchentes urbanas com escoamentos torrenciais, com uma combinação das técnicas, LS-PIV e simulação CFD, obtendo resultados com informações de pico da velocidade, permitindo analisar qualitativa e quantitativamente cada fenômeno encontrado no escoamento. Deveria se ter em conta, nos projetos e readequações das redes de águas pluviais, valores de velocidades máximas que já são verificadas para níveis relativamente baixos, níveis com que os métodos tradicionais não são alarmantes, que representam um grande perigo. Também com igual relevância, devem ser levados em conta as formações hidráulicas em el escoamentos como ressaltos e vórtices.

Palavras chave: Inundação Urbana, LSPIV, CFD, Hidrodinâmica de Fluxo Torrencial, Raudal.

HYDRODYNAMICS OF TORRENTIAL FLOWS DURING URBAN FLOODS

Adriana RC

Summary

Urban floods caused by rainfall events and at times overflows of streams and / or urban channels, in Asunción and its surroundings, cause large runoff in streets with torrential flows of great turbulence and a changing hydrodynamic, being able to verify all types of structures dangerous hydraulics such as ridges, waves and vortices. This work studied the hydrodynamics of the flow presented in streets in two critical points, by means of the LS-PIV technique (Large scale particle image velocimetry) and the CFD simulation (Computation Fluid Dinamic) as a complement to understand it better and measure specific parameters that involve the different phenomena, which would not be possible with traditional urban simulations that indicate only average values of speeds and levels. The results indicate a critical state of great danger in the streets, verifying all types of flows in a spatial and / or temporal discretization, varying with low levels (less than 50cm) and considerable point velocities in streets and / or paths (greater at 2m / s) and high levels (greater than 50cm) with lower velocities, even with precipitation of recurrence times of less than two years. Both situations dragging of people and / or vehicles, in the first case by sliding and in the second by toppling or buoyancy. It was concluded in the thesis that it is possible to perform a complete analysis of the hydrodynamics occurred during urban floods with the combination of both techniques, correctly implemented, LS-PIV and CFD simulation, giving us results with great information capable of analyzing and qualitative and quantitatively each phenomenon found in the flow. The main recommendation of the thesis is to propose from the design of the pluvial network in cities, or of the reconditioning of existing insufficient drains, studies taking into account minimally maximum values of velocities that are generally verified for low levels, which traditional methods are still not alarming, but the reality is that they do present a great danger, in addition to identifying and avoiding dangerous hydraulic structures.

Key words: *I: Urban Flooding, LSPIV, CFD, Flow Hydrodynamics, Street Flow.*