

Mejoras del Sistema Pluvial de la Urbanización Villamar, Carolina PR

*Luis A. Trujillo Casillas
Programa de Gerencia de Ingeniería
Dr. Héctor J. Cruzado
Escuela Graduada
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Resumen — Los desahües pluviales ocasionaron en la urbanización Villamar condiciones de mayor envergadura tales como: el nivel de la Laguna San José estuviese por encima del nivel residencial, inundaciones residenciales, colapso de tubería principales y obstrucciones en los sistemas afectando de manera directa las residencias. A través del Municipio de Carolina se asignaron fondos para inyectar un plan de mejoras pluviales con el propósito de implementar la estrategia de mitigación de inundaciones a la urbanización Villamar. Por medio de un diseño innovador y el desarrollo de diferentes planes para garantizar una gerencia de ingeniería exclusiva fue aceptado un proyecto para proteger la vida y propiedad de los residentes de la Urbanización Villamar.

Palabras claves — *mitigación, diseño, planes gerenciales*

INTRODUCCIÓN

Durante épocas pasadas los procesos relacionados con las enmiendas a los reglamentos de diseños de sistemas pluviales no eran llevadas a cabo frecuentemente, lo que ocasionaba la falta de reevaluación de los reglamentos existentes. Según fue en crecimiento la economía, se fueron desarrollando sectores y utilizando los mismos reglamentos de diseño para múltiples sistemas pluviales. A raíz de esta falta de enmiendas, la Urbanización Villamar, localizada en Carolina, Puerto Rico, fue uno de los sectores que se le aplicó estos reglamentos en el diseño del sistema pluvial y así mismo fue desarrollada con un sistema pobre y susceptible a colapso por la falta de reevaluación de materiales o alguna decisión gerencial que no contaron con algún estudio de suelo.

Lugo de haber desarrollado los sectores por medio de reglamentos establecidos, es desarrollado bajo una junta el documento descrito como Normas

de Diseño para Sistema de Alcantarillado Pluvial [1]. Estas normas tienen como propósito establecer los requerimientos necesarios y el proceso adecuado para preservar y promover la salud y el bienestar económico del país [1].

Hace aproximadamente 10 a 15 años atrás el sector comenzó a enfrentar problema con las tuberías y el colapso de la mayoría de los sistemas pluviales a causa del caudal de aguas de escorrentía recibido y la necesidad de más capacidad en todo el sistema. Cuando se daba un evento de alta intensidad de lluvia el sistema pluvial no daba abasto para controlar los millones de galones de aguas de escorrentías que a su vez impedía el tráfico vehicular y residentes no podían salir ni entrar a las residencias por que se les inundaban la mismas. Los residentes fueron la principal víctima de lamentables eventos de lluvia que ocasionaron muchos estragos por la falta de la implementación de un sistema pluvial moderno que evitara de una vez y por todas las situaciones de inundaciones en la comunidad.

DESARROLLO DE SECTORES PRIVADOS

Dado a la oportunidad que se presentó en algún momento a varios inversionistas y hasta empresarios locales, de desarrollar un sector lo que hoy en día es la Urbanización Villamar. Este desarrollo fue dado cerca de un cuerpo de agua. Al estar cerca de un cuerpo de agua se debió contemplar diferentes estudios para mitigar todo riesgos mayores, por ejemplo, estudios de suelo, inundaciones y nivel de cuerpo de agua. Al parecer no realizaron los debidos estudios.

La falta de información en ese entonces fue la raíz a un problema en el futuro. Luego de varios años el sistema pluvial comenzó a colapsar y dejar de funcionar, dado que el nivel de Laguna San José era más alto que los niveles de carreteras del sector y la urbanización. Este problema no descubierto años

pasados, fue descubierto con los eventos atmosféricos que todos los años impactan a la urbanización Villamar. Estos eventos fueron causando que el nivel de la Laguna San José llegara a su límite en el punto de intervención de Laguna y tubería, inhabilitando el sistema pluvial al no tener capacidad de bombeos suficiente para sacar los millones de galones y no causar el problema de inundación de la urbanización y los sectores aledaños.

Luego de muchos reclamos por parte de los residentes de la urbanización y los sectores cercanos, el Municipio prestó atención a la grave situación que presentaban estos ciudadanos y comenzaron a investigar la causa raíz del problema para obtener un solución innovadora y de alta tecnología para implementar y solucionar de una vez y por toda la falta de un sistema pluvial que manejara millones de galones por minutos con la certeza de finalizar con el problema y la preocupación fuera convertida en satisfacción de los residentes. Para comenzar con la mitigación el Municipio de Carolina, comenzó con un plan de limpieza de los alcantarillados pluviales y los cuerpos de aguas con el propósito de evitar inundaciones a causa del entorpecimiento de los cauces naturales [2]. Dado que se aproximaba una temporada de fenómenos atmosférico [2].

PROCESO DE SOLUCIÓN DE ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA PLUVIAL

El proceso de solución es uno que conlleva tiempo y la intervención de ingeniería para desarrollar diferentes análisis de cálculos y diseño exhaustivo del caso con las diferentes cantidades de caudales versus horas y días que recibe la zona del sector. Además, este análisis conlleva una serie de cálculos para obtener el coeficiente de escorrentía que representa la fracción de agua del total de lluvia precipitada y es una variable muy importante para estimar los episodios de lluvias que impactan a cualquier sector y, en este caso, a la Urbanización Villamar [3]. Este coeficiente depende exclusivamente de las condiciones topográficas y de

factores que determinan la generación de la escorrentía [3].

La determinación coeficiente se hace a través de tablas, siendo una de las más utilizadas la del método Molchanov [3]. En la Tabla 1 se presenta la tabla del método de Molchanov, la cual es diseñada para utilizar parcelas y presenta sus resultados de forma resumida para obtener un resultado rápidamente [3].

Tabla 1
Método de Molchanov

Tipo de escorrentía	Pendiente del terreno (en grados)	Densidad y uso de la cubierta vegetal	Tipo de suelo	C %
I	1° - 35°	D > 0,6 Sin pastoreo	Franco-arenoso	5%
II	5° - 35°	0,5 > D > 0,4 Con pastoreo ocasional	Franco-pedregoso	6 - 25%
III	5° - 40°	0,4 ≥ D > 0,1 Con pastoreo permanente	Franco-pedregoso	25 - 50%
IV	5° - 40°	0,4 ≥ D > 0,1 Con pastoreo intensivo	Franco-pedregoso	50 - 75%
V	5° - 40°	0,4 ≥ D > 0,1 Con pastoreo intensivo	Arcilloso	> 75%

PROCESO DE DISEÑO INGENIERIL E ARQUITECTÓNICO DEL SISTEMA PLUVIAL

Durante el diseño de los sistemas pluviales se contemplan diferentes variables para determinar capacidades de los sistemas de bombeos que se encargaran de mantener una mínima porción de agua de escorrentía en los alrededores de la Urbanización Villamar. Una vez obtenida todas las variables y los resultados históricos, la firma de arquitectos e ingenieros proceden a generar una serie de archivos y documentaciones. Además, se lleva a cabo comúnmente la intervención del ingeniero estructural o intervención del arquitecto en las consideraciones arquitectónicas para llevar a cabo el diseño conceptual, preliminar y final de la estación de bombeo pluvial.

El diseño conceptual tiene como propósito demostrar los objetivos y requerimientos del sistema pluvial. En este caso, el diseño conceptual consistió en obtener una solución a un problema planteado a partir de datos analizados, especificaciones y necesidades planteadas. Se generaron y ensayaron una serie de soluciones alternativas para identificar la alternativa más adecuada. Se contemplaron varios

Una vez recibido el diseño, entiéndase el sistema de bombeo pluvial de dos estaciones como se detallan en la Figura 3, se procede a una segunda petición para garantizar una excelente realización de la obra. Esta segunda petición por parte del Municipio a la firma de ingeniería y arquitectura tiene como propósito realizar una serie de planes gerenciales para garantizar la calidad y seguridad; primero para que la realización del proyecto sea una costo efectiva, la salud y seguridad de los residentes que por muchos años solicitaban una solución sea cumplida y que sean cumplidos los conceptos gerenciales y primordiales que envuelven la organización, planificación, comunicación, capacitación y el desarrollo de gestión y cumplimiento. De esta forma podrían llevar a cabo la inversión de sobre \$4.3 millones de dólares en un término de 12 meses para atender el problema de inundaciones implementando estaciones de bombeo en lugares estratégicos para recolectar toda el agua de escorrentía.

PLANES GERENCIALES ANTES Y DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA OBRA

A modo de garantizar una integridad en los planes gerenciales, estos serán requisitos para el proceso de gestión que debe llevar a cabo el Municipio. Los planes son llevados a cabo antes de comenzar un proyecto para minimizar o eliminar alguna pérdida de tiempo, costo y llevar a cabo un nivel de calidad alto. Esto es exactamente lo que el Municipio solicita y requiere antes de adjudicar proyectos como este a cualquier compañía que licite en un proceso de subasta pública, además de cumplir con la comunicación efectiva. Como parte del propósito, estos planes maximizan la gran inversión y establecen unos parámetros que pueden evitar reingeniería.

Como parte de las estrategias gerenciales, se requerirá una serie de procesos dentro de los planes gerenciales, entiéndase en el plan para la dirección de proyecto. Estos procesos son establecidos para dirigir un proyecto y establecer control en los esfuerzos tales como la iniciación, planificación,

ejecución, el seguimiento y el cierre. Estos esfuerzos deben ser detallados y establecidos en los planes estratégicos que responsabilizan a la compañía que realice el proyecto, de tal forma que sea conocido de ante mano como se llevará la gerencia. Además, presentan la logística y estrategia gerencial de los planes de gestión, de mejoras de progreso y de manejo de riesgos.

Dentro del plan de gestión se considera el alcance, el tiempo, el costo, la calidad, recursos humanos, la comunicación, el riego y la adquisición [5]. Todas estas gestiones deben ser analizadas con anticipación para que el Municipio pueda tomar una decisión final y firme sobre quienes podrían ser posible candidatos para un proyecto como este. Al presentar detalles de estos planes de gestión, pueden garantizar un desarrollo exitoso del proyecto, ya que se consideró en cada una de las gestiones un proceso necesario para que el proyecto fuese elaborado bajo parámetros requeridos por el Municipio y gestionados por la firma. El cumplimiento con las diferentes áreas del conocimiento dentro del plan de gestión conduce a lograr el éxito, según muestra la Figura 4. Cada una de estas áreas del conocimiento tienen su propósito dentro de todo el panorama del proyecto [5]. Este se demuestra en la breve explicación de cada área del conocimiento se contempladas como requisito de adjudicación de proyecto [5]:

- Gestión de alcance garantiza que el proyecto incluye todo el trabajo solicitado y solo el trabajo solicitado.
- Gestión de tiempo responsabiliza del planeamiento y finalización del proyecto a tiempo.
- Gestión de costo hacer cumplir el control para completar el proyecto acorde con el presupuesto establecido en contrato.
- Gestión de calidad hace cumplir los procesos de la compañía seleccionada que determinaran la política, objetivos y responsabilidades de la calidad requerida.
- Gestión de recursos humanos debe incluir los procesos adecuados para la dirección de los recursos en el proyecto.

- Gestión de comunicación se tiene que asegurar que la generación, distribución, almacenamiento y disposición final dentro del proyecto se la apropiada.
- Gestión de riesgo requiere guiar la planificación de gestión, identificación, análisis, monitoreo de los riesgos en proyecto. De tal forma que todas las áreas del conocimiento son fundamentales para un proyecto exitoso.

De esta forma es como único el Municipio obtendrá integridad en todos los procesos y el desarrollo que conlleva la realización del proyecto.



Figura 4
Áreas del conocimiento

CONCLUSIÓN

La inversión y el esfuerzo de implementar gerencia de ingeniería e ingeniería muy avanzada a sido la clave para el desarrollo de una obra maestra. Donde será de mayor y gran satisfacción para los miles de residentes que por años solicitaban. El sistema seleccionado será una gran solución y novedoso proyecto que controlará con éxito las inundaciones en el sector, incluso en el diseño que actualmente está siendo finalizado en conjunto con planes estratégicos para que sea una obra de suma seguridad en todas sus áreas y que pueda brindarles a todos los residentes una vida libre de preocupaciones basadas en nuevos eventos de lluvias copiosas en la urbanización Villamar.

REFERENCIAS

- [1] Alonso R., Conway. F., Negrón L., (1975), Normas de diseño para sistemas de alcantarillado pluvial en proyectos de desarrollo de terrenos. Manual de la junta de planificación, Resolución JP-211: 1-52
- [2] Hernández, J. (2019), Municipio de carolina exhorta a prepararse adecuadamente. Disponible:

<http://www.presenciapr.com/municipio-de-carolina-exhorta-a-prepararse-adecuadamente/>

- [3] Ibáñez A., Moreno H., Gisbert J., (2010). Métodos para la determinación del coeficiente de escorrentía ©. Disponible: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10781/Coficiente%20de%20escorrent%C3%ADa.pdf>

- [4] Desconocido, (2006), Ingeniería de diseño. Capt. 2. Disponible: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6837/05Jcb05de16.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

- [5] Bastos J., Álvarez J., (2014). Evolución y gerencia de proyectos. Disponible: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2014/153857.pdf>