

UNIVERSIDAD METROPOLITANA
ESCUELA GRADUADA DE ASUNTOS AMBIENTALES
SAN JUAN, PUERTO RICO

PLAN DE ACCIÓN PARA EL CONTROL DE FUENTES DISPERSAS EN LAS
INSTALACIONES DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTACIÓN Y OBRAS PÚBLICAS DEL
MUNICIPIO DE BAYAMÓN, PUERTO RICO.

Requisito para la obtención del
Grado de Maestría en Planificación
en Planificación Ambiental

Harry E. Marrero Philippi

27 de abril de 2012

DEDICATORIA

Dejando una pequeña huella por el futuro de mí Patria,
un legado para mi familia y el mundo entero.

AGRADECIMIENTOS

Siempre agradeciéndole a Dios por permitirme haber nacido en este paraíso conocido como Puerto Rico. A mi familia, la cual ante todo, siempre estuvo apoyándome en mi desarrollo como ambientalista. También agradezco incondicionalmente al Dr. Manuel Acevedo que desde las alturas me sigue brindando su motivación, la cual fue parte por la cual tomé fuerzas para continuar mis estudios graduados. Al honorable Alcalde Ramón Luis Rivera Cruz, por la oportunidad de permitirme realizar esta investigación en la Ciudad de Bayamón. También a los empleados que estuvieron dispuestos a colaborar con la misma y participaron voluntariamente. Agradezco finalmente, pero sin menos importancia a la profesora María Calixta Ortiz, al planificador José Orlando García, al profesor Javier Vélez Arocho y a la Escuela de Asuntos Ambientales, por haber brindado el tiempo y esfuerzo para guiarme a lograr esta meta.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE APÉNDICES	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
Trasfondo del problema	1
Problema de estudio	3
Justificación del estudio	4
Pregunta de investigación	5
Meta	5
Objetivos	5
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	6
Trasfondo histórico	6
Marco teórico	10
Marco conceptual	12
Estudio de casos	17
Marco legal	21
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	25
Área de estudio	25
Diseño metodológico	26
Análisis	28
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DEL PROBLEMA	30
Situación encontrada en visitas	30
Entrevista grupo focal	31
Análisis	33
CAPÍTULO V: PLAN DE ACCIÓN Y ESTRATEGIAS	36
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
LITERATURA CITADA	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Resultados del grupo focal.....	53
Tabla 2	Resultados de visitas de campo del Departamento de Transportación del municipio de Bayamón.....	54
Tabla 3	Resultados de visitas de campo del Departamento de Obras Públicas del municipio de Bayamón.....	55
Tabla 4	Análisis FODA.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Foto aérea de las oficinas del Departamento de Transportación y Obras Públicas del municipio de Bayamón	63
---	----

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Autorización del municipio de Bayamón para investigación.....	66
Apéndice 2. Autorización de la Oficina de Cumplimiento del SUAGM.....	68
Apéndice 3. Hoja de campo	71
Apéndice 4. Entrevista de grupo focal.....	74
Apéndice 5. Hoja de consentimiento informado	77

RESUMEN

La generación de fuentes dispersas producto de las diferentes actividades humanas que no son debidamente monitoreadas y reguladas, aportan a la contaminación de los cuerpos de agua a través de las escorrentías pluviales. Cuando las escorrentías pluviales acarrean contaminantes, esto provoca la proliferación de problemas a la salud pública y la degradación del ambiente. Para ofrecer soluciones, desarrollamos un plan de acción para el control de fuentes dispersas en las instalaciones de las dependencias de los Departamentos Transportación y Obras Públicas del municipio de Bayamón. Este plan adopta una serie de estrategias contempladas en diferentes programas conformes al National Pollutant Discharge Elimination System, creado bajo la Sección 402 de la Ley de Agua Limpia Federal, tomando en consideración la situación actual y los recursos disponibles en el área de estudio. A través de una evaluación del área de estudio y un grupo focal, he detectado las deficiencias estructurales, y el desconocimiento de leyes, regulaciones y conceptos generales sobre los efectos de la contaminación. Pude constatar el mal manejo de los desperdicios sólidos peligrosos y el ausente equipo para mitigar derrames y mantener la seguridad de los empleados. Los resultados demuestran el aporte de contaminantes producto de las actividades en ambas dependencias que son acarreados por escorrentías pluviales por un sistema pluvial pobremente monitoreado. Es evidente el compromiso por parte del municipio de Bayamón en cumplir con una iniciativa de rápida implementación y costo-efectiva, que permitirá una oportunidad para reducir considerablemente la contaminación generada en estas dependencias municipales. Como parte de las recomendaciones, he desarrollado un programa de educación y de medidas administrativas que puedan ser replicados en otras instalaciones gubernamentales y privadas que realicen labores similares.

ABSTRACT

The generation of nonpoint source contamination of different human activities are not properly monitored and regulated, contributing to pollution of water bodies through stormwater runoff. When stormwater runoff carry pollutants, this causes the proliferation of public health problems and environmental degradation. To provide solutions, I developed a plan to control nonpoint source facilities in the premises of Transportation and Public Works Departments of the municipality of Bayamon. This plan takes a number of strategies covered by different programs according to the National Pollutant Discharge Elimination System, established under Section 402 of the Federal Clean Water Act, taking into consideration the current situation and available resources in the study area. Through an evaluation of the study area and a focus group, I found structural deficiencies, and lack of laws, that affects regulations and general concepts about the effects of pollution. We observed the mishandling of hazardous and solid waste equipment to mitigate the spill away and maintain the security of employees. The results demonstrated the contribution of pollutants arising from the activities in the two units that are carried by stormwater runoff from a storm system poorly monitored. It's demonstrated the commitment by the municipality of Bayamon to comply with an initiative for rapid deployment and cost-effective, allowing an opportunity to significantly reduce the pollution generated in these municipal offices. As part of the recommendations, I developed an education program and administrative measures that can be replicated in other government and private facilities that perform similar tasks.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Trasfondo del problema

Para mediados de los 80's, el municipio de Bayamón comenzó a desarrollar en el Barrio Juan Sánchez, unos terrenos con la intención de ubicar una serie de servicios esenciales para sus ciudadanos, conocidos actualmente como las oficinas del Departamento de Transportación y Obras Públicas. Ambas dependencias se encuentran constantemente realizando labores de mecánica de los vehículos oficiales, almacenamiento de materiales para la construcción, almacenamiento de combustible, aceites y desperdicios peligrosos, entre otros materiales que pueden contaminar las aguas de escorrentías y cuerpos de agua receptores. Estos contaminantes pueden ser desde los desperdicios sólidos generados en las oficinas hasta sustancias nocivas para la salud y el ambiente, generadas como parte de las tareas rutinarias que se realizan en estas dependencias municipales.

Estas instalaciones están rodeadas por la comunidad de Juan Sánchez, la Escuela Miguel de Cervantes, otras oficinas municipales y un centro de cuidado para niños del municipio. Además, existe un parcho natural que sirve de área de amortiguamiento entre estas instalaciones y sus vecinos. Esta área tiene una topografía escarpada que causa el movimiento de escorrentías pluviales hacia el río Bayamón. A medida que el municipio aumenta su desarrollo, se genera una mayor demanda de servicios que no hubiesen sido contemplados en el diseño original de estas instalaciones en cuestión de espacio, disposición y manejo de los materiales para las labores que llevan a cabo. La situación se agrava si además consideramos el aumento en la impermeabilización de los suelos que a su vez incrementa la exposición de contaminantes a las escorrentías pluviales. La expansión del área urbana aumenta la impermeabilización de los terrenos mientras reemplaza la vegetación natural por cemento y

asfalto en la construcción de infraestructura necesaria para la demanda de nuevos residentes y servicios para estos (Lawrence, Morris & Foster, 1998; Bliss, 2007).

Los residuos de combustibles y aceites, entre otros contaminantes se destacan por impactar de forma negativa los cuerpos de agua, por lo que entidades como la Agencia de Protección Ambiental federal (EPA, por sus siglas en inglés) han desarrollado reglamentación particular para concienciar a los operadores del sistema pluvial y a los ciudadanos sobre el control de contaminación y la regulación de las descargas a estos sistemas. También existen leyes y reglamentaciones de otras agencias gubernamentales federales y estatales, que en teoría, proveen herramientas para minimizar la exposición de contaminantes que ganan acceso a los cuerpos de agua receptores.

Estos problemas de contaminación pueden ser minimizados con un programa de educación y adiestramientos a empleados, pero no garantiza que elimine por completo los accidentes laborales que ocasionan desparrames de sustancias, filtraciones u otros que causan la exposición al ambiente o comunidades aledañas de contaminantes. Muchas de estas regulaciones promueven el uso de medidas estructurales y procedimientos que ayuden a minimizar la exposición de la contaminación (Cerrame, 2007). Pero como antes comentado, las prioridades establecidas por el operador pueden afectar el cumplimiento y la toma de decisiones en cuanto a utilizar estas herramientas de manera efectiva y constante, debido al costo y/o la implementación compleja.

Problema de estudio

El manejo, almacenamiento, transportación y disposición final de los productos usados en las distintas tareas que se realizan en las instalaciones de Transportación y Obras Públicas del municipio de Bayamón son conforme a los reglamentos establecidos. Ahora bien, estas actividades en ocasiones no logran ser completamente satisfactorias, por lo que remanentes de contaminantes logran acceso al sistema pluvial. El pobre manejo y almacenamiento puede conducir al derrame de contaminantes que son luego arrastrados por las escorrentías pluviales hacia los cuerpos de agua receptores. Estas escorrentías pluviales acarrear desde desperdicios sólidos livianos hasta sustancias químicas e hidrocarburos, siguiendo el contorno de los suelos impermeabilizados, llegan a los sistemas de alcantarillado pluvial y sucesivamente a los cuerpos de agua receptores (Woltemade, 2010).

La propiedad donde se encuentran las instalaciones de Transportación y Obras Públicas del municipio de Bayamón, al igual que su cercanías, pudiesen contemplar deficiencias en el sistema pluvial que logran permitir el fácil acceso a contaminantes generados por las diferentes actividades humanas, sean industriales o residenciales. Esta situación no debería ocurrir cuando existen leyes y reglamentaciones, estatales como federales, que inducen a la reducción de la exposición de contaminantes al ambiente. Según la EPA, este problema ha ocurrido por décadas, causado por la falta de concienciación o quizás del compromiso de empleados que evitan medidas de seguridad necesarias (EPA 1977b). Cabe señalar que las propias agencias reguladoras, no realizan visitas periódicas para mantener un monitoreo de los permisos y regulaciones en estos tipos de dependencias gubernamentales, por lo que pudiese permitir negligencia en el cumplimiento de los mismos. El impacto de estos contaminantes sobre nuestros abastos de agua hace necesario el estudio de opciones que sirvan para reducir el problema de escorrentías contaminadas, a través del establecimiento y puesta en función de opciones económicamente viables y efectivas. El factor eficiencia es de

suma importancia tomando en consideración la limitación de tiempo y recursos con que cuenta la administración municipal para monitorear las medidas estructurales a implantarse. La fuerza laboral que conforma los servicios gubernamentales, se encuentran en un proceso de reestructuración debido a que muchos empleados se encuentran próximos al retiro por cumplimiento de sus años de servicio, por lo que se pone en duda si quienes los sustituyan vendrán con el conocimiento y el compromiso para cumplir adecuadamente con sus funciones.

Justificación del estudio

La inconsistencia en el manejo de los residuos contaminantes en áreas de trabajo donde se les da mantenimiento a una flota de vehículos puede contribuir a las fuentes dispersas con aportes de contaminantes que llegan a nuestros cuerpos de agua. Así también, la falta de conciencia sobre los efectos que tienen estas operaciones es la principal causa que contribuye a la violación de las reglamentaciones existentes. De igual manera, la infraestructura utilizada en esta área de trabajo necesita ser remplazada a través del tiempo para manejar los desperdicios que se generan de tal forma que cumpla con los requisitos de los permisos y regulaciones existentes.

Este estudio es necesario para documentar el nivel de cumplimiento de las reglamentaciones aplicables en el área bajo estudio y determinar si la infraestructura existente apoya las mismas. También documenta el conocimiento de los empleados sobre el tema de fuentes dispersas y la disposición y manejo adecuada de fuentes contaminantes para ayudar a evitar la contaminación de los cuerpos de agua cercanos. El estudio documenta las estrategias de mayor efectividad para el control de fuentes dispersas existentes en la literatura acorde con los resultados obtenidos. Así pues, provee estrategias para el control de fuentes dispersas basadas en evidencia. Las medidas recomendadas están acorde con las inspecciones y la consulta a empleados de las instalaciones bajo estudio.

Pregunta de investigación

¿Cuán efectivas son las regulaciones y procedimientos existentes, si se observan, para minimizar el impacto de estos contaminantes sobre el medioambiente? ¿Cuán comprometidos y conscientes se encuentran; la administración y los empleados, de estas instalaciones, al realizar labores que implican la generación y manejo de contaminantes que puedan llegar a cuerpos de agua?

Meta

La meta de esta investigación es desarrollar un plan de acción para el control de fuentes dispersas en el sistema pluvial del área de estudio que pueda servir de ejemplo para otras instalaciones donde se realicen actividades similares.

Objetivos

1. Analizar la situación actual dentro del área de estudio y sus posibles fuentes de contaminación propensas a las escorrentías pluviales en el lugar para diseñar objetivos en el plan de acción.
2. Evaluar el nivel de conocimiento y compromiso de parte de los empleados que laboran dentro del área de estudio para diseñar objetivos en el plan de acción.

CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA

Trasfondo histórico

A partir del 1946, el municipio de Bayamón comenzó a sufrir cambios en sus modelos económicos de una sociedad pre-industrial a una urbana industrial. El desarrollo urbano, comenzó una nueva visión de progreso donde el casco del pueblo perdía integridad frente al crecimiento desparramado de la ciudad. Este fenómeno dio margen a localizar dependencias municipales esparcidas alrededor de la periferia de la zona urbana con el propósito de proveer los servicios demandados por la ciudadanía. Las dependencias municipales de Bayamón fueron progresivamente atrapadas por este desparramamiento urbano, lo cual limitó oportunidades de mantener áreas de amortiguamiento entre labores municipales y residencias. Esta situación ha ocasionado discrepancia entre ciudadanos y los desastres naturales como inundaciones, deslizamientos de tierra y contaminación, incluyendo la degradación de los remanentes de áreas verdes que en el pasado dominaban lo que hoy es considerado el área urbana de Bayamón (Plan de Mitigación Multi-Riesgo del Municipio de Bayamón, 2005).

Para finales de los 70's, el gobierno municipal decidió desarrollar un terreno en el área del Barrio Juan Sánchez, con la expectativa de satisfacer las necesidades esenciales de una serie de dependencias que se encargan del mantenimiento de los trabajos de obras públicas y de los vehículos oficiales del municipio. También se incluyen las instalaciones de Protección Ambiental, las cuales trabajan con el saneamiento de la municipalidad y las oficinas de Ornato y Reforestación, quienes mantienen las áreas verdes.

A medida que aumentaba el área urbana del municipio, según crecía su población y la demanda de servicios, estas instalaciones continuaron laborando en mejoras y nuevos proyectos de infraestructura. Esto provocó modificaciones en el área superficial de las

instalaciones, por lo que disminuyó la vegetación que brindaba un control de los contaminantes generados, y evitaba que las escorrentías pluviales continuaran su rumbo a los cuerpos de agua cercanos (Bliss, 2007). Debido a la ausencia de vegetación, aumentó el flujo de las escorrentías pluviales y a su vez el empozamiento de las mismas en áreas sensibles a contaminantes, como son los talleres de mecánica y las trampas de grasa, las cuales se liberaban nuevamente al lograr acceso por los sistemas pluviales (Bliss, 2007).

Ya finalizando los 1990's hasta el presente, la administración de estas instalaciones ha tenido que llevar a cabo cambios en sus labores con respecto a las enmiendas y leyes actuales sobre la protección del recurso agua y la imagen gubernamental de reducir el impacto ambiental con sus actividades. Las instalaciones mantienen un nivel de labores internas en cuanto a mecánica ligera, preparación de rotulación y abastecimiento de combustible y lubricantes a la flota municipal, tanto la ligera como los equipos pesados. Aun así, no se descarta la generación de contaminantes que quizás por negligencia, escapan al suelo de las instalaciones.

La crisis económica por la que atraviesa el país, ha resultado en la evolución de los servicios gubernamentales, donde un contrato con el sector privado conlleva ahorros en nóminas y beneficios marginales que a su vez amenazan con el futuro de miles servidores públicos que en el pasado realizaban estas labores. De igual forma, el servidor público en proceso de retiro, domina sobre aquellos nuevos empleados que apenas adquieren el conocimiento de sus labores antes de tomar decisiones que puedan afectar la calidad de su trabajo. Por otro lado, en el caso de la fuerza laboral que se encuentra en el área de estudio, existe una gran diversidad de empleados que pudiesen inclinarse a dos modalidades de trabajo, aquellos con un verdadero compromiso a la hora de brindar calidad en sus labores y quienes sólo tienen la intención de trabajar por tener un ingreso para satisfacer sus

necesidades, lo cual pudiese ser un factor a la hora de tomar el tiempo para realizar su trabajo con seguridad y con el menor impacto posible al ambiente.

Como parte del problema asociado al factor económico, los servicios de mantenimientos a la flota vehicular municipal se han reducido. Al presente, se mantienen trabajos de mecánica ligera en el área de estudio, ya que se ha comenzado a subcontratar estos servicios utilizando talleres de mecánica privados. Aun así, se mantiene un constante manejo de una serie de filtros de aceites, lubricantes, sistemas de freno, entre otros, que generan desperdicios y contaminantes que pueden ser arrastrados por las escorrentías pluviales.

La existencia de una serie de leyes y regulaciones para reducir la contaminación de los cuerpos de agua no ha sido impedimento, durante el transcurso del tiempo, para observar incidentes que propician la contaminación y exponen a la ciudadanía. Esto implica el que no se puede asegurar que los empleados se encuentren siguiendo las exigencias que estos permisos indican en su totalidad, permitiendo la llegada de contaminantes hacia el sistema pluvial por medio de las escorrentías. Tampoco queda claro si estos empleados mantienen constante monitoreo de los desperdicios generados y la calidad de la infraestructura que se encarga de almacenar los mismo para evitar contacto con el ambiente, la comunidad aledaña y hasta los mismo empleados.

A medida que el ser humano realiza algún tipo de actividad en el ambiente, es posible que se generen desperdicios contaminantes. Cuando son actividades industriales, los riesgos aumentan debido a los tipos de desperdicios que se generan y el potencial de peligrosidad a la salud y el ambiente particularmente cuando ocurren desparrames accidentales e incidentales (Klimaszyk, & Rzymiski, 2011). Desde el comienzo de la industrialización, a nivel global, se han producido cientos de escenarios reportados y muchos más sin reportar, donde las decisiones del gobierno y entidades privadas son la primera razón de incontables problemas de salud y desastres naturales. Lamentablemente, los costos y el tiempo necesario para mitigar estos

desastres, solo permiten mayormente segregar el área impactada del resto de la población y compensar las víctimas que han de ser desalojadas y tratadas por condiciones que al presente todavía no tienen solución.

Uno de los casos que permitieron el desarrollo de leyes para regular la actividad industrial fue el incidente del Love Canal en Nueva York para mediados de los 1970's (Beck, 1979). Un incidente donde la pobre planificación de lo que un principio sería una ciudad modelo, luego fue convertido en un vertedero industrial tanto para el sector privado como del ejército norteamericano. Finalmente, después de almacenar aproximadamente 21,000 toneladas de diferentes sustancias peligrosas, remanentes de la Segunda Guerra Mundial y quien sabe que otros desperdicios. El desastre industrial ocurrido, fue anticipado por la compañía que era dueña de los terrenos, luego de habérselos vendido por un dólar al Departamento de Educación. Sin perder tiempo, se construyeron escuelas, residencias y carreteras que comenzaron a verse amenazadas por escorrentías pluviales que contenían sustancias tóxicas y que justamente cuando comenzaron labores de construcción, se iban encontrando con la realidad que se encontraba bajo tierra. Este incidente dejó una comunidad inhabitada, cientos de residentes afectados con problemas de salud hasta a nivel genético y millones en demandas (Beck, 1979).

El suceso del Love Canal trajo como consecuencia la creación de la Ley de Recuperación y Conservación de Recursos en el 1976. Durante la crisis del Love Canal, Eckardt C. Beck (1979), ex administrador de la EPA, indicó que este incidente sugería que existen cientos de lugares similares en toda la nación. Puerto Rico tiene aproximadamente 16 lugares clasificados como superfondos (programa federal que se encarga de realizar la limpieza de áreas contaminadas con desperdicios peligrosos) por EPA, aunque no cabe duda que a medida que las actividades industriales y domésticas continúen contaminando, este número continúe aumentando (EPA, 1976).

La Ley de Aguas Limpias, conocida como Clean Water Act (CWA, por sus siglas en inglés), es el organismo legal creado hace 40 años, como parte de una solución a todos estos problemas de contaminación del recurso agua. Una ley que a pesar de ser creada en el 1948, ha continuado su evolución por el porvenir de la salud pública y el ambiente. Dentro de la CWA, la sección 319 es muy importante para este trabajo, ya que crea el programa del manejo de fuentes dispersas. Esta sección generalmente presenta herramientas y asistencia económica para proyectos, educación y otras actividades que permitan el monitoreo de estos contaminantes que no tienen un origen determinado (EPA, 1977a). Dentro del marco legal se discutirá con mayor precisión la legislación asociada al problema en discusión.

Marco teórico

Esta investigación busca alternativas viables y efectivas en su aplicación para la administración gubernamental, teniendo como meta el salvaguardar la salud pública y el impacto al medio ambiente. Nos enfocamos en calidad y no cantidad, ya que el propósito de la investigación es brindarle el conocimiento y la motivación a esta fuerza laboral y componente administrativo que interactúan en la investigación. Ante el desafío que los gobiernos municipales confrontan a medida que se les brindan mayores recursos y responsabilidades, el modelo de planificación estratégica podría ser un mecanismo enfocado en la búsqueda de alternativas que contribuyan al análisis y soluciones de los problemas relacionados al manejo de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua por medio de las escorrentías.

Utilizo en este estudio el modelo de planificación participativo de Paul Davidoff, el cual destaca el interés público o pluralista y no intereses grupales o personales (Brooks, 2002). Cuando el planificador involucra los sectores de la comunidad para conocer sus necesidades, el plan resultante contendrá las políticas necesarias que atiendan los asuntos presentados en la consulta (Brooks, 2002). Esto resalta la idea de este trabajo, crear soluciones para el

beneficio de todos y no de algunos (Campbell & Fainstein, 2003). Esa visión de pluralismo, es la que permite ver claramente las necesidades que no precisamente son las que resuelven las guías generales que han desarrollado agencias como la EPA, tomando como ejemplos, estados y territorios mejor desarrollados que Puerto Rico. Incluir a la comunidad laboral que se encuentra dentro de estas instalaciones, permite un interés por parte de estos, en mantener su área de trabajo, donde invierten la mayor parte de sus vidas, en unas condiciones favorables a su salud y a la prevención de contaminantes a llegar al sistema de alcantarillado pluvial. A través de este modelo, se brindan herramientas de aprendizaje, para tener una mejor percepción del problema planteado y con su conocimiento personal, ayudan a desarrollar mejores estrategias al plan de acción (Campbell & Fainstein, 2003).

Incorporamos la estructura del modelo estratégico, al utilizar el método FODA creado por Albert S. Humphrey, como un instrumento analítico que percibe las condiciones internas y externas para poder proveer un escenario claro antes de comenzar a diseñar estrategias (Carrión, 2007). De esta forma, se debe analizar los recursos disponibles en el área de estudio y cómo sacarles provecho al implementar modificaciones que sirvan a corto plazo. Así como los militares usan este tipo de planificación, donde se identifica el problema y se utiliza lo necesario para solucionarlo, de la misma forma se debe trabajar con un problema donde una administración gubernamental debe mantener un balance entre los gastos de sus recursos y los servicios que le ofrece a la ciudadanía.

La sustentabilidad es uno de los conceptos incluidos en este estudio para buscar alternativas que reduzcan el impacto al recurso agua y garantizar su disfrute a futuras generaciones. Tradicionalmente, el enfoque en este concepto se basa en el balance de los factores sociales, económicos y ambientales. Otro punto de vista enfoca la sustentabilidad como una medida de mantenimiento sobre la organización y la estructura de un sistema (Crojethovich & Rescia, 2006). De esta forma se toma un enfoque en cuanto a la planificación

ambiental, encaminada en reducir el impacto económico y social que ocasionan cambios que pudiesen influir décadas de conformismo e inconsciencia, al igual que una nueva actitud positiva en la conservación del ambiente.

Marco conceptual

Parte de la investigación de este trabajo está enfocada en buscar estrategias para concienciar a la población en general sobre los impactos de nuestras acciones en la contaminación de los cuerpos de agua, y cómo la acción natural de la precipitación pluvial colabora en el arrastre de estos contaminantes hacia los cuerpos de agua. Esta asociación entre la actividad humana y la natural contribuye a la degradación del ambiente y los problemas en la salud. A continuación, presento los conceptos asociados a esta investigación.

Escorrentía pluvial

Al ocurrir precipitación de lluvia, regularmente recorre por una superficie, especialmente terrenos impermeabilizados como estacionamientos y aceras, entre otros. Ese movimiento acarrea todo contaminante que se encuentre en su paso, destinado a llegar a un cuerpo de agua por gravedad. Estas escorrentías pluviales suelen ser recogidas en áreas urbanas por sistemas de alcantarillado pluvial, aunque mayormente discurren libremente, acarreando contaminantes por el camino (EPA, 1977a).

Sistema de alcantarillado pluvial

Este sistema consta de la creación de un drenaje que permite recoger o dirigir escorrentía pluvial solamente, donde terminan descargadas a los cuerpos de aguas más cercanos que finalmente terminan en la costa. No está creado para ser parte de un sistema combinado con aguas sanitarias ni tampoco utilizarse para descargar desperdicios. Esto no impide que las diferentes actividades humanas se conviertan en generadores de contaminantes que logran acceso al sistema y afectan los cuerpos de agua (EPA, 1977a).

Fuentes dispersas

La contaminación puede ser generada de forma directa y/o acumulándose entre varias actividades humanas. Cuando la contaminación no proviene de un lugar definido, sino acarreado y acumulándose con otros contaminantes, se entiende que es generado por fuentes dispersas (EPA, 1977b).

Contaminantes en lluvia

Según el Programa NPDES de la EPA, existen una serie de contaminantes que regularmente identificados dentro de las fuentes dispersas. Estos son: sedimentos, nutrientes, bacterias, exigentes de oxígeno, trazas de metales, hidrocarburos, cloruros, impactos termales. Cuando estos contaminantes siguen mezclándose con otros, comienzan a tener efectos mayores que afectan la salud pública y el ambiente (EPA 1997b).

Sedimentos

Según el Reglamento para el Control de la Erosión y Prevención de la Sedimentación, los sedimentos provienen de la deposición de materia suspendida en el fondo de un cuerpo de

agua. Esto puede surgir naturalmente por la corriente de las aguas y/o por actividades humanas que generen contaminantes (ELAPR, 1997a).

Nutrientes

Mayormente asociamos la contaminación del recurso agua con nutrientes, cuando encontramos una cantidad excesiva de nitratos y fosfatos en un cuerpo de agua. Estos nutrientes son vitales para el desarrollo de plantas, que al encontrarse suspendido en grandes cantidades en un cuerpo de agua, aumenta el crecimiento de algas y otros organismos que conllevan a la eutroficación. La eutroficación surge cuando estas algas y organismos mueren, descomponiéndose por otros microorganismos que agotan el oxígeno en el agua, eliminando la oportunidad de diferentes especies para vivir en ese ecosistema. Además de esto, el cuerpo de agua comienza a perder su utilidad para su consumo (Beighley, Scholl, Faucette & Governo, 2010).

Bacterias o exigentes de oxígeno

A medida que aumenta la materia orgánica en un cuerpo de agua, las bacterias o exigentes de oxígenos aumentan, reduciendo la disponibilidad de oxígeno en el recurso. Esto provoca una mala calidad del agua, que afecta la población de especies acuáticas y la disponibilidad de un recurso adecuado para los ciudadanos (Peirce, Weiner, & Vesilind, 1998). Se pueden encontrar entre estos organismos microscópicos, bacterias, virus, protozoos, que pueden transmitir enfermedades como cólera, disentería, gastroenteritis, hepatitis, entre otros. En el ser humano, esto puede causar diarrea, vómitos intensos, fiebre, daños permanentes en el hígado, anemia y hasta en los peores casos, la muerte (OMS, 2003).

Trazas de metales

Los metales, al igual que otras sustancias inorgánicas, pueden asociarse a desechos de actividades industriales y/o de mecánica, donde las descargas llegan a cuerpos de agua adyacentes. Estos metales, como son el mercurio, zinc y plomo, cuando se encuentran en grandes cantidades, pueden ocasionar daños irreparables a los seres humanos, disminuye el potencial agrícola, entre otros (Beck, 1979). El problema principal de los metales es que se acumulan con el pasar del tiempo y aumenta la concentración de los mismos, por lo que pueden ocurrir problemas de disfunción renal, cáncer del pulmón, osteoporosis, entre otros (OMS, 2003).

Hidrocarburos

Los hidrocarburos son derivados del petróleo, fuente principal de la energía consumida por muchas actividades humanas en la actualidad (CIWMB, 2007). Estos productos refinados del petróleo, son sustancias que son tóxicas a la salud humana y al ambiente. La mayoría de la exposición por hidrocarburos, se concentra en derrames o fugas de los mismos por situaciones accidentales e incidentales (Opher, & Friedler, 2010). Accidentales cuando realizando algún transporte y/o manejo de estas sustancias, se derraman de sus contenedores y terminan filtrándose al suelo o recorriendo un suelo impermeable hasta terminar a un cuerpo de agua. En ocasiones la contaminación por hidrocarburos es incidental, debido a la falta de conciencia y compromiso con un mejor ambiente, cuando derramamos aceites, lubricantes, combustibles u otros derivados del petróleo en el sistema de alcantarillado pluvial (Opher, & Friedler, 2010).

Cloruros

Naturalmente existen cloruros en los cuerpos de agua, dependiendo de los terrenos que atreviesen. El problema surge cuando estas concentraciones incrementan con las descargas

de diferentes actividades industriales y residenciales. Desde el vaciado de piscina directo a un cuerpo de agua, hasta descargas ilegales de una fábrica, hacen que estas concentraciones aumenten alarmantemente. Contenidos altos en cloruros pueden afectar tuberías y estructuras metálicas, reducen el crecimiento de vegetación ribereña, reduce poblaciones de organismos sensibles a la exposición de cloros y generalmente afectan al ser humano en su sistema respiratorio y reacciones a la piel y otros órganos (OMS, 2003).

Impactos termales

Descargas de aguas termales son potencialmente contaminantes por sus efectos adversos al ecosistema acuático (Dickson & Fanelli, 1995). Esto afecta los organismos sensibles a cambios en temperatura. También reduce la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Cuando se combinan las concentraciones de diferentes sales y otros elementos a los cambios termales, esto resulta nocivo a la salud pública y el ambiente (Miranda, Pesce & Garea., 1997).

Impermeabilización

La impermeabilización en la superficie impide que las escorrentías pluviales y otras sustancias logren acceso al subsuelo. Es una barrera natural o creada por el ser humano donde limita la filtración de cualquier tipo de líquido, acarreándolo superficialmente hasta terrenos aledaños que no sean impermeables o descargados a un cuerpo de agua (Hoffman, 2006). Las expansiones de pavimento y concreto en la superficie aumentan el acarreo de contaminantes a cuerpos de agua aledaños, inclusive, aumentan riesgos de inundaciones y deslizamientos de tierra, entre otros. Cuando las escorrentías pluviales se acarrear por un terreno impermeabilizado, van recogiendo contaminantes en diferentes lugares, que aumentan en volumen y en severidad, como puede ser toxicidad, explosividad u otros efectos. Este movimiento de contaminantes también acerca al contaminante tanto a las comunidades, como los recursos naturales aledaños, por lo que produce impactos negativos (Chung, Ra, Park, Kim & Kim, 2009).

Estudios de casos

El estudio realizado sobre la identificación de bifenilos policlorados (PCB's) por Rossi, Alencastro, Kupper y Tarradellas, en los sistemas de drenaje natural en Suiza se concentró en el monitoreo de principales sistemas de drenajes en Ginebra y Lausana (Rossi et al., 2004). Este trabajo realizado por el Instituto Federal de Ciencias Ambientales y Tecnología de Suiza, identificó que los PCB's aún se encuentran afectando la salud y el ambiente por medio de los sistemas pluviales urbanos (Rossi et al., 2004). A pesar de que mundialmente ha sido prohibido el uso de estos contaminantes, se mantiene su uso ilegalmente y los mismos son acarreados por escorrentías pluviales a los cuerpos de agua por medio de la impermeabilización de los terrenos. Esto crea una necesidad de parte del gobierno en tener mayor atención a la generación de contaminantes por parte la agricultura, industria y otras actividades que

impacten de forma dispersa o puntual los cuerpos de agua (Lue-Hing, 1998). Parte de los esfuerzos para reducir este tipo de contaminación, ha sido la continuación del monitoreo de estos contaminantes y campañas por parte del gobierno para reducir el uso de PCB's, al igual que legislación para quienes no obedecen (Rossi et al., 2004).

La contaminación por fuentes dispersas es un problema que no tiene medidas establecidas para solucionarlas, pero si existen posibilidades para reducirlas (Patoine, Hébert, & D'Auteuil-Potvin, 2012). El estado de la Florida en los Estados Unidos, ha puesto en vigor una serie de programas que permiten reducir el impacto adverso que las fuentes dispersas ocasionan a sus cuerpos de agua. Todo este movimiento por parte del gobierno estatal de la Florida, se debe a la alarmante reducción de ecosistemas sensibles a contaminantes y varias incidencias de problemas de salud que han responsabilizado al agua que llega a las comunidades por el sistema potable (Departamento de Recursos Naturales del Estado de la Florida, 2011). Estos programas empiezan con la solicitud de fondos al gobierno federal para la adquisición de equipos y adiestramientos, al igual que para mantener los demás programas de prevención y mitigación de contaminantes en el recurso agua. La mejor solución contemplada ha sido la educación y el gobierno floridense ha preparado diferentes programas de adiestramiento, para sus dependencias y residentes. Un programa exitoso y en proceso de expansión, ha sido para educar al ciudadano en el uso de mejores prácticas en la creación de jardines con el uso de materiales biodegradables y reduciendo impactos a cuerpos de agua aledaños (Departamento de Recursos Naturales del Estado de la Florida, 2011). También existen programas para mantener el sistema pluvial en condiciones adecuadas, esto con constante mantenimiento, reparaciones periódicas y monitoreo de posibles generadores de contaminación cercanos al mismo. Por último, se está utilizando la tecnología más actualizada para mantener un mapa actualizado, utilizando el Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés). Todo esto ha reducido, con el transcurso del tiempo, el presupuesto

utilizado para mitigar problemas de inundación, remediaciones por contaminación en ecosistemas ribereños, gastos en tratamientos más precisos para el agua potable, entre otros. Esta iniciativa tomo auge desde el 2004, donde al presente se pueden ver progreso en la restauración de diferentes humedales y otros ecosistemas, debido a la responsable acción del gobierno junto a la ciudadanía (Departamento de Recursos Naturales del Estado de la Florida, 2011).

Con el paso del tiempo y el aumento en la preocupación de la contaminación de uno de los recursos más limitados e importantes para tanto la salud pública, como la naturaleza, han llevado a este nivel de conseguir nuevas técnicas que logren conservar y proteger el recurso agua (Brown & Froemke, 2012). Para el 2010, los ingenieros Marcelo Delgadillo y Luisa Condori desarrollaron una planta de tratamiento de aguas residuales utilizando macrófitas, para comunidades aledañas al Lago Titicaca, Perú. Las macrófitas son organismos vegetativos como algas, musgos, helechos, adaptados a la vida acuática. Según su estudio, los contaminantes por aguas residuales generados por comunidades aledañas a cuerpos de aguas, son en gran medida al pobre conocimiento de los resultados que conllevan sus acciones. La situación económica que afrontan los países, afecta al momento de decidir que sistemas deben ser implantados para tratar las aguas residuales (Brown, & Froemke, 2012). Al igual que la falta de conocimiento, impide una decisión prudente a la hora de descargar las aguas residuales. Partiendo de la idea de este trabajo en buscar alternativas económicamente viables y que permitan reducir la generación de contaminantes a llegar al sistema pluvial por un pensamiento crítico de los empleados que laboran en el área de estudio, cabe señalar que existen soluciones de bajo costo y que provienen de la naturaleza. El trabajo de estos ingenieros tuvo como iniciativa, brindar mayor conciencia a las comunidades que descargan aguas residuales a los tributarios que llegan al Lago Titicaca y luego diseñaron una planta de tratamiento de aguas residuales, utilizando plantas nativas del lugar. Este tratamiento reduce el

aumento de químicos que luego entran al cuerpo de agua, al igual que la inversión es más económica que realizar una mitigación para reducir las concentraciones de químicos tóxicos que van a terminar al lago (Delgadillo & Condori, 2010).

Estrategias estructurales para el control de fuentes dispersas

Existen estrategias que aplican a la reducción y prevención de la contaminación por fuentes dispersas. Podemos tener oportunidades para el control de fuentes dispersas, desde techos verdes que pueden filtrar las escorrentías pluviales, jardines dentro de áreas impermeables, modificaciones al sistema pluvial, entre otras estrategias estructurales (Carpenter & Kaluvakolanu, 2011). Usando de ejemplo los techos verdes, los mismos hacen el trabajo de un filtro natural por medio de las raíces de las plantas, enzimas y hongos que transforman los contaminantes como ocurre en la naturaleza cuando las escorrentías filtran por el suelo (Kloss & Calaruse, 2006). Por otro lado, los jardines dentro de suelos impermeables, logran reducir el acarreo de contaminantes por medio de las escorrentías, donde la vegetación forma una barrera hacia el sistema pluvial (Passeport, Hunt, Line, Smith, & Brown, 2009). Modificaciones estructurales, tales como desviar el sistema pluvial, barreras de contención de sedimento, entre otros, forman parte de las regulaciones (Brodie, & Egodawatta, 2011). Estos son unas de las técnicas que mayormente utilizan, aunque los avances tecnológicos y el aumento en el interés de conservar el recursos agua, continúan desarrollándose nuevas estrategias y métodos para reducir la contaminación que logra acceso a las escorrentías pluviales (Kloss, & Calarusem 2006).

Bajo el programa NPDES de la EPA, existen medidas mínimas de control, las cuales deben ser incluidas bajo el permiso federal NPDES-MS4. Este permiso fue creado por la EPA con la intención de reducir y mitigar la contaminación de los cuerpos de agua, desde la educación, controles de escorrentías en construcción y post-construcción, al igual que controles

en dependencias gubernamentales (EPA, 1977b). Estas medidas mínimas de control que son resumidas en seis categorías, se mantienen en constante actualización a medida que surgen nuevas iniciativas por parte del gobierno y entidades privadas. Dentro de las primeras tres medidas, se trabaja la educación, que incluyen talleres educativos, pautas radiales, paginas cibernéticas, entre otros. También se encuentra la creación de mapas digitales de las cuencas hidrográficas del área que comprende el permiso federal, donde puede ser incluido una diversidad de información que ayude a la prevención y mitigación de la contaminación del recurso agua. Por ultimo, se desarrolla una serie de regulaciones para proyectos de construcción y post-construcción, al igual que resalta la necesidad de que toda dependencia gubernamental debe cumplir con las leyes y regulaciones vigentes (EPA, 2003).

Además de todas las medidas estructurales ya descritas, existen una serie de leyes federales y estatales, dirigidas a controlar que los contaminantes lleguen a los cuerpos de agua, las cuales desarrollamos a continuación.

Marco legal

El gobierno federal y estatal ha creado una serie de legislaciones dirigidas a regular toda actividad humana, relacionada con la utilización, manejo y disposición de materiales que contaminan. A continuación resumo aquellas legislaciones creadas de manera específica para la protección del recurso agua. Esta legislación tiene injerencia en la aplicación de medidas regulatorias en el área de estudio.

Ley de Aguas Limpias (Clean Water Act) del 1977

Esta ley fue creada en el 1977, donde responsabiliza a todo territorio dentro de la jurisdicción de los Estados Unidos el desarrollar, manejar y evaluar la calidad de las aguas. Parte de estas responsabilidades son reglamentar estándares de algunos contaminantes,

establecer programas de permisos y plantas de tratamientos de aguas usadas y potables. También exige la disposición de fondos para problemas ambientales creados por desparrames en los cuerpos de agua. Para esta ley, el arrojar contaminantes de cualquier tipo implica una violación a la misma de no existir un permiso previo, según disponga el programa. Esta ley es aplicable para Puerto Rico y la responsabilidad de cumplirse recae bajo la Junta de Calidad Ambiental (EPA, 1977a).

Sección 4.02 de la Ley de Aguas Limpias: Programa Nacional para la Eliminación de Descargas de Contaminantes (National Pollution Discharge Elimination System)

Mediante la ley de Aguas Limpias del 1977 y sus enmiendas posteriores, se desarrolló este programa con la intención de regular la actividad industrial, gubernamental y otras, en cuanto a descargas que vayan directo a los cuerpos de agua. Este programa tiene como propósito educar e implementar una serie de medidas que minimizan el impacto de las actividades humanas a los cuerpos de agua (EPA, 1977b).

Ley de Recuperación y Conservación de Recursos (Resource Conservation and Recovery Act) del 1976

Esta ley reglamenta el manejo de los desperdicios peligrosos, desde su origen, almacenaje, transporte, tratamiento y disposición final. También le provee autoridad a la Agencia de Protección Ambiental Federa (EPA por sus siglas en inglés), para regular y fiscalizar todo generador de desperdicios peligrosos (EPA, 1976).

Ley de Contaminación por Petróleo (Oil Pollution Act) del 1990

Desarrollada para fortalecer las habilidades de la EPA en la prevención y respuesta de desparrames de petróleo catastróficos. También crea un fondo a través de impuestos sobre productos a base de petróleo que está disponible para limpiezas de derrames son responsabilidad de personas incapaces de sufragar los gastos. Esta ley requiere a

instalaciones de almacenamiento de petróleo y transportes, que sometan un plan detallado al gobierno federal, incluyendo el protocolo para responder descargas desmedidas (EPA, 1990).

Operaciones de Desechos Peligrosos y la Norma de Respuesta a Emergencias (HAZWOPER) del 1970

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, conocida como OSHA por sus siglas en inglés, se ocupa en prevenir lesiones, enfermedades y muertes relacionadas a la actividad laboral, según la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional del 29 de diciembre de 1970 (OSHA, 1970). Esta agencia a su vez se ocupa de promulgar el HAZWOPER desde su creación el 6 de marzo de 1990, donde se codifica los requisitos de seguridad y salud que toda entidad debe seguir al realizar una limpieza de materiales peligrosos o atender una emergencia.

Ley Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004, Ley sobre Política Pública Ambiental

Ley que sustituye la Ley Núm. 9 del 18 de junio de 1970, con el propósito de proteger la calidad del ambiente mediante el control de aire, agua, suelos y ruido. Modifica la organización estructural de la Junta de Calidad Ambiental, actualizando los bancos de datos, programas ambientales, formatos de evaluación y querrela y la intención de crear un desarrollo sostenible del país, con tecnología y conocimiento al presente (JCA, 2004).

Ley Núm. 49 del 4 de enero de 2003, Ley para establecer política pública sobre la prevención de inundaciones y conservación de ríos y quebradas

Es política pública la conservación de los ríos y quebradas como ecosistemas multi-beneficiales, estableciendo que el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales tiene el deber de vigilar, conservar y limpiar las playas y ríos, así como mantener el flujo natural de los cuerpos de agua que no sean productos geológicos (DRNA, 2003).

Reglamento de Control de Erosión y Prevención de la Sedimentación del 30 de diciembre de 1997

A tenor con la Ley sobre Política Pública Ambiental, este reglamento sirve para controlar la erosión causada por actividades humanas y prevenir la sedimentación y contaminación de los cuerpos de aguas en Puerto Rico (ELAPR, 1997).

Reglamento para Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico del 31 de marzo de 2010

Promulgado por la Junta de Calidad Ambiental, mediante la Ley sobre Política Pública Ambiental, establece preservar, conservar y restaurar la calidad de las aguas de Puerto Rico, de manera que sean compatibles con la necesidad social y económica del país (JCA, 2010).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

Este trabajo contempló el uso y aplicación de métodos de investigación cualitativos para identificar y determinar posibles estrategias que permitan reducir y/o controlar las fuentes dispersas en el área de estudio. Realice una serie de inspecciones de las instalaciones donde se encuentran las oficinas de Obras Públicas y Transportación del municipio de Bayamón, para identificar posibles generadores de contaminación que puedan acarrear por medio de escorrentías pluviales (Apéndice 1). Estas inspecciones destacaban la existencia o falta de una serie de elementos que son necesarios para reducir la contaminación del sistema pluvial, según ha sido mencionado bajo el programa NPDES de la EPA (EPA, 1977b). También utilizamos la técnica de grupo focal para determinar el nivel de conocimiento y compromiso de los empleados que se encuentran laborando en el área de estudio. Aplicando el modelo FODA, desarrolle un análisis para identificar las fortalezas y debilidades del ambiente interno y las amenazas y oportunidades del ambiente externo de las instalaciones que comprenden el área de estudio con el fin de desarrollar estrategias presentadas en un plan de acción.

Área de estudio

La investigación la llevé a cabo en los predios donde se encuentran las instalaciones de Transportación y Obras Públicas del municipio de Bayamón. Estos terrenos se encuentran aledaños a la Escuela Miguel de Cervantes al Este, las oficinas de Ornato y Protección Ambiental al Oeste y las Parcelas de Juan Sánchez al Sur. Al Norte de las instalaciones se encuentra un terreno baldío, el cual es usado por la Oficina de Ornato y Reforestación del municipio de Bayamón para almacenar material vegetativo procesado (Figura 1).

Diseño metodológico

Objetivo 1: Analizarla situación actual dentro del área de estudio y sus posibles fuentes de contaminación propensas a las escorrentías pluviales para diseñar estratégica de acción

Para conocer las fuentes de contaminación en las instalaciones de oficinas de Obras Públicas y Transportación del municipio de Bayamón inspeccionamos las áreas de almacenamiento de productos y disposición en contenedores de basura, así como las áreas de trabajo de los empleados. Estas inspecciones las llevé a cabo como observador completo, según lo describe Salazar, Crosby & DiClemente (2006), en la que el investigador observa el proceso sin ser parte del mismo. El método de observación natural es ampliamente utilizado en las ciencias donde se recogen datos en detalle de lo observado.

Llevé a cabo un total de 6 visitas durante periodos de lluvia, entre los meses de marzo y abril del 2012, para detectar el movimiento de escorrentías hacia el sistema pluvial. Documenté todas las observaciones que pudieron afectar el sistema pluvial y posibles áreas naturales vulnerables a escorrentías pluviales y documentar la situación encontrada según las variables contenidas en la Hoja de Campo (Apéndice 3). Evalué deficiencias en el sistema pluvial en su diseño y construcción, posibles generadores de contaminantes y riesgos de seguridad ante un derrame de materiales y/o sustancias contaminantes. Visité diferentes días en la semana para observar el manejo de los desperdicios sólidos dentro de las instalaciones, al igual que a diferentes horas laborales entre las 8:00 am a 4:00 pm. Documenté por medio de la fotografía toda situación encontrada en la infraestructura de las instalaciones y del sistema pluvial acorde con las reglamentaciones.

Objetivo 2: Evaluar el nivel de conocimiento y compromiso de parte de los empleados que laboran dentro del área de estudio para diseñar estrategias de acción.

Para adquirir la perspectiva de los participantes, utilicé la técnica de grupo focal, con la que evalué el conocimiento y compromiso de los empleados que laboran en el área de estudio. El grupo focal, lo llevé a cabo durante marzo del 2012, luego del consentimiento de la administración de las instalaciones. La técnica de grupo focal es de naturaleza cualitativa, la cual busca entrevistar grupos homogéneos de 6 a 12 personas, y que no necesariamente se conocen el uno al otro. La similitud de los entrevistados debe ser conforme a su edad, sexo y objetivo del estudio (Salazar et al., 2006). Para efectos de cumplimiento con las regulaciones de confidencialidad de HIPPA, los documentos de entrevistas utilizados no permitirán identificar a los participantes para proteger su identidad.

Seleccioné una muestra de conveniencia de 10 personas de cada una de las dos dependencias que se encuentran dentro del área de estudio. La representación de cada dependencia fue de un 50% sin saturar la representación de los participantes clave. Bajo esta técnica, formularé una serie de preguntas (Apéndice 4). Preguntas grupo focal) concernientes al conocimiento que tienen los participantes de la muestra sobre las regulaciones y procedimientos existentes que minimizan la exposición de contaminantes a la salud y al ambiente, consecuencias resultantes por contaminación, entre otros.

La confidencialidad de los entrevistados fue asegurada mediante la eliminación de nombres, edad, sexo e identificación en las respuestas, y mediante una hoja de Consentimiento Informado (Apéndice 5: Hoja de Consentimiento Informado). Las entrevistas al grupo focal fueron grabadas con el permiso de los participantes; transcritas ver batín para mejorar el análisis de datos; guardadas bajo llave en un archivo de la oficina de la Escuela de Asuntos Ambientales de la Universidad Metropolitana para garantizar la confidencialidad y posteriormente serán destruidas, según lo requieren las leyes HIPPA y de investigación con

sujetos humanos. Este protocolo de investigación fue sometido a la Oficina de Cumplimiento del Sistema Ana G. Méndez el 8 de febrero del 2012 y fue aprobado como expedito el 29 de febrero de 2012, bajo el número de protocolo 01-336-12 (Apéndice 2).

Objetivo 3: Desarrollar un plan de acción que contenga la formulación de alternativas enfocadas en el impacto adverso de los potenciales contaminantes sobre los cuerpos de agua.

Luego de terminar las evaluaciones de campo y grupo focal, analicé los datos obtenidos. Utilizando las observaciones encontradas en las evaluaciones de campo, puede determinar una serie de estrategias que puedan reducir las deficiencias encontradas, considerando materiales y equipos presentes en el municipio, lo cual reduce considerablemente los costos en inversión de mejoras. En cuanto al análisis del grupo focal, nuevamente tomé en consideración los recursos del municipio. Todo esto llevo al desarrollo de un plan de acción costo-eficiente, que permite reducir la generación de posibles fuentes dispersas alrededor de las instalaciones contempladas en el estudio.

Análisis

Analicé los resultados mediante la revisión y edición de las evaluaciones de campo, así como las transcripciones de las entrevistas del grupo focal. Una vez los datos organizados según categorías o temas, analicé los datos mediante la técnica FODA, (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas). Esta técnica la adopté del modelo estratégico para realizar una evaluación tanto del ambiente interno, como del externo (Drucker, 1980). Esto servirá para acotar estrategias más esenciales que puedan ser viables y aplicadas por la fuerza laboral de estas instalaciones. En la narrativa de los resultados describo el fenómeno encontrado, así como las figuras y mapas para representar los datos. Con toda esta información, preparé el plan de acción, donde presento estrategias para el control de fuentes

dispersas en las instalaciones del Departamento de Obras Públicas y Transportación del municipio de Bayamón, según los hallazgos de la investigación.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Para llevar a cabo la elaboración de un plan de acción con estrategias que permitan reducir y/o controlar las fuentes dispersas en el área de estudio, utilicé dos métodos para la recopilación de datos. Para analizar el aspecto físico del área de estudio, visité las instalaciones para evaluar las mismas. Para analizar el conocimiento y compromiso de los empleados que laboran dentro del área de estudio, llevé a cabo una entrevista de grupo focal. A continuación se presenta con mayor detalle cada uno de los métodos indicados.

Situación encontrada en visitas

Durante las visitas al área de estudio constaté las siguientes observaciones. El sistema de alcantarillado pluvial contaba con aproximadamente 10 alcantarillados pluviales, de los cuales 8 se encontraban cercanos a instalaciones con potencial a descargar contaminantes a los mismos. En los alrededores de todas las instalaciones las áreas, observé desperdicios sólidos y remanentes de actividades de carpintería y trabajos con metales. Estos remanentes producen lixiviados a medida que van degradándose, contaminando posteriormente los sistemas de alcantarillado pluvia (Burkhardt, 2011). Varios contenedores de basura sin tapa y sobrecargados. También encontré alcantarillados pluviales con desperdicios sólidos entrando al mismo. Evidenció la presencia de manchas con apariencia aceitosa en las escorrentías pluviales que arrastraban al alcantarillado pluvial. Esta sustancia aceitosa es una de las principales causas de la degradación de los ecosistemas acuáticos y otros problemas relacionados a la contaminación del recurso agua (Lawrence, Morris & Foster, 1998).

En el área de los almacenes observé materiales de mantenimiento, piezas para vehículos municipales, herramientas, entre otros, utilizados para labores dentro de las instalaciones, agrupados dependiendo de las necesidades de cada instalación de las

dependencias bajo el estudio. Por ejemplo, había un área del almacén para materiales destinados para el taller de mecánica y otra esquina con los materiales de mantenimiento de toda la dependencia. La rotulación se encontraba deteriorada y en ocasiones ausente en áreas que por regulaciones, es necesario tenerlas. Bajo regulaciones de OSHA, una rotulación adecuada reduce los riesgos de contaminación en el área de trabajo (OSHA 1970). Es importante identificar de manera adecuada todo material que pueda resultar perjudiciales al ser combinados con algún factor que lo induzca a ser un problema para la salud pública y el ambiente, como por ejemplo, sustancias que reaccionen con agua y se encuentren almacenados al lado de tuberías de agua que se encuentren agrietadas (ADS, 2000).

En el taller de mecánica, encontré pequeños derrames de aceites y lubricantes bajo los vehículos que se encontraban en proceso de reparación, sin tener el equipo para contenerlos. El área de estudio no evidencia la presencia de materiales para contención de derrames, control de incendios y otros equipos de seguridad, guardados en un almacén, pero no disponibles en su totalidad en las demás instalaciones (Tablas 1 y Tabla 2). Bajo OSHA, es importante tener en toda instalación que se encuentre manejando materiales peligrosos, equipo disponible para cualquier situación accidental y/o incidental, que permita reducir la exposición a la salud pública y al ambiente (OSHA, 1970).

Entrevistas grupo focal

Al momento de realizar la entrevista de grupo focal, hubo participantes representantes de los talleres de mecánica y carpintería, almacenes y el área de abastecimiento de combustible de ambas dependencias. Todos los participantes llenaron las hojas de consentimiento informado y se les aclararon dudas sobre el propósito del estudio antes de comenzar la entrevista. Entre los temas discutidos, se les presentó una serie de situaciones donde mayormente contestaron de forma reactiva y no planificada, dejándose llevar por la poca

experiencia de situaciones personales. También les pregunté relación al conocimiento general que debieran tener en sus diferentes labores, que se relacionan al manejo de contaminantes, por lo que en su totalidad demostraron no tener adiestramiento y leve conocimiento que ha sido a consecuencia de lo que ven fuera de su empleo (Tabla 3).

Análisis

Mediante la técnica FODA (Drucker, 1980), codifiqué los resultados obtenidos bajo las cuatro categorías (Tabla 4). Al evaluar el ambiente interno, encontré que la administración del municipio de Bayamón, tiene como fortaleza la disponibilidad para realizar cambios y mejoras en su infraestructura. Al igual que mantiene un personal capacitado para adiestrar y brindar periódicamente talleres educativos al resto de los empleados municipales, sobre seguridad y ambiente. Esta característica no es compatible quizás con otros municipios de menor jerarquía, que carecen de estas fortalezas, pero que podrían adquirirlas paulatinamente si lo pusieran como prioridad en su plan de trabajo. Otra fortaleza encontrada en el área de estudio lo es el espacio disponible, a pesar de ser limitado a expandirse, para reestructurar sus instalaciones que ayuden a tenerlas en óptimas condiciones. Existe un gran potencial en estas instalaciones para actualizar todo el sistema pluvial y eliminar cualquier posible fuente de contaminación observada, sin realizar una inversión costosa (Cowley & Domb (1997). Diferente a otros lugares donde los servicios que estas dependencias realizan, se encuentran en un espacio incomodo para remediar cualquier problema.

Por otro lado, existen también debilidades por las cuales se deben tomar en consideración algunas inversiones necesarias para asegurar la seguridad de los empleados y la protección de los recursos naturales aledaños. El sistema de alcantarillado pluvial se encontraba dentro de las instalaciones con mayor potencial a contaminación. El pobre manejo de los desperdicios sólidos era otra de las debilidades resaltadas en la inspección. No encontré suficientes contenedores para los mismos y aquellos que estaban disponibles, se encontraban

saturados de basura, averiados y sin tapa. Tener una tapa estos contenedores es primordial, para que las escorrentías pluviales no entren al contenedor y generen mayor cantidad de lixiviados que serán luego derramados por aberturas y finalmente lleguen al sistema pluvial o directamente a un cuerpo de agua.

Otra debilidad identificada, fue la poca rotulación disponible de seguridad y educación. Una buena rotulación puede quizás captarle la atención a un empleado que no tenía conocimiento que descartar aceite usado en el alcantarillado pluvial afectaba un cuerpo de agua. Por lo tanto es importante que exista una buena rotulación visible y precisa en todo lugar oportuno. La visita pudo evidenciar la falta de equipos, tanto de seguridad, como de contención de contaminantes para una respuesta rápida, disponibles directamente en las instalaciones. Los pocos equipos disponibles, según los entrevistados y las visitas de campo, se encontraban guardados en un almacén y no estaban disponibles en las áreas de trabajo. También identifiqué sistemas sanitarios y el sistema pluvial en general deficiente, donde habían tuberías rotas que aumentaban el flujo del sistema pluvial y el acarreo de contaminantes encontrados en el suelo impermeabilizado de ambas dependencias.

El ambiente externo posee oportunidades y amenazas que deben ser observadas. Para reducir estas debilidades señaladas anteriormente, existen fondos federales y estatales que pueden ser solicitados para la adquisición de equipos de seguridad, mantenimiento, prevención y mitigación de eventos que puedan afectar la salud pública y el ambiente (EPA, 1970). El cumplimiento de leyes y regulaciones, tanto estatales como federales, reduce los problemas que puedan surgir por negligencia a no seguir las mismas. El desarrollo de un programa ambiental, que sirva para la educación por medio de adiestramientos, talleres educativos y otras actividades con el personal del municipio y las comunidades aledañas, tendría un impacto positivo en el rendimiento laboral, el interés de aprender y la prevención de cualquier impacto al ambiente y a la salud pública.

De no ser consideradas estas oportunidades, pueden surgir amenazas que afecten potencialmente. El incumplimiento de leyes y regulaciones estatales y federales, pueden conllevar a altas penalidades que afecten el presupuesto del municipio. También existe el alto costo que conlleva mitigar los remanentes de aquellos eventos que ocasionen derrames a cuerpos de agua, degraden ecosistemas, afecten la salud pública de comunidades aledañas, entre otros. Esto puede ocasionar efectos adversos al municipio por parte de los ciudadanos que pidan acción legal, como puede ocurrir si las instituciones educativas, centro de cuidado de niños y/o las comunidades que rodean las instalaciones se vean afectadas.

Comparando las cuatro categorías que componen la técnica de FODA, podemos ver que existen suficientes oportunidades y fortalezas que pueden remediar las debilidades y reducir las amenazas. Esto si existe un interés mutuo de la administración y la fuerza laboral que se encuentra dentro de las instalaciones de ambas dependencias. Cabe recalcar, que dentro del análisis, no se presento ninguna necesidad por recurrir a cualquier agencia externa, debido a que el municipio cuenta con las herramientas suficientes para realizar los cambios necesarios para llevar a cabo el plan de acción que presentare a continuación.

CAPÍTULO V PLAN DE ACCIÓN Y ESTRATEGIAS

A continuación, presento el plan de acción resultante del análisis realizado, con la intención de reducir el impacto ambiental al sistema pluvial utilizando los recursos internos del municipio de Bayamón. Parte de la inversión requerida está presente mediante la utilización de equipo y recursos con que cuenta el municipio, así como oportunidades de acceder a fondos asignados por el gobierno estatal y federal.

Este plan está dividido en dos categorías principales dentro de la prevención para el control de las fuentes dispersas: educación y medidas administrativas. No quiere decir que descarte cualquier otra medida de existir eventos que afecten la seguridad y el ambiente luego de implantarse este plan. Cabe resaltar que el programa de educación, aumenta las posibilidades de prevenir los daños antes de que se ocasionen, debido a que los empleados tendrán mayor conocimiento y recursos a su disposición.

Programa de educación para el control de fuentes dispersas en las instalaciones del Departamento de Transportación y Obras Públicas del municipio de Bayamón.

Objetivo I: Capacitar los empleados de estas instalaciones sobre los impactos ambientales generados por sus labores.

Acción 1: Talleres de educación y adiestramientos.

- Duración: Se realizarán un mínimo de 10 talleres educativos anualmente, donde tendrán la duración de aproximadamente 2 horas cada uno y en el caso de adiestramientos, serán 8 horas contacto.
- Presupuesto: Cada taller tiene un costo aproximado de \$100 para gastos en misceláneos y materiales impresos. (Se pueden solicitar fondos federales relacionados a capacitación de empleados sobre seguridad y

reducción de impactos ambientales al programa NPDES de la EPA, al igual que los recursos que el municipio contiene).

➤ Dependencia involucrada

Escuela Empresarial del municipio de Bayamón.

Imprenta del municipio de Bayamón.

Departamento de Vigilantes Ambientales del Municipio de Bayamón.

Departamento de Transportación del Municipio de Bayamón.

Departamento de Obras Públicas del Municipio de Bayamón.

➤ Resultado esperado

- Aproximadamente se adiestrarán 100 personas anualmente, donde se incorporarán empleados de otras dependencias para aumentar el conocimiento sobre seguridad y conservación del ambiente.
- Se realizaran evaluaciones posteriores para medir el progreso de los talleres y adiestramientos.
- Cumplimiento de leyes y regulaciones por parte del municipio al brindarle talleres y adiestramientos a sus empleados.

Objetivos II: Crear estaciones para material didáctico.

Acción 1: Desarrollar una estación en cada dependencia municipal donde contenga folletos y hojas sueltas con información sobre seguridad y prevención de contaminación.

- Tiempo: Estas estaciones serán desarrolladas o adquiridas para mantenerlas por un tiempo indefinido.
- Presupuesto: Aproximadamente \$200 (a menos que se construyan con material reciclado de actividades que generen remanentes de madera y/o metales).

- Se ubicará 1 estación para los documentos impresos en cada instalación dentro de la dependencia, donde se abastecerá a medida que los empleados tomen los mismos.
- Dependencia involucrada:
 - Departamento de Transportación del Municipio de Bayamón.
 - Departamento de Obras Públicas del Municipio de Bayamón.
 - Imprenta del municipio de Bayamón.
- Resultado esperado:
 - Estaciones informativas presentes en las dependencias bajo el estudio, donde podrán ser construidas con remanentes de madera y metal, de las labores realizadas en las instalaciones de las mismas.

Programa de medidas administrativas para la prevención dentro de las instalaciones del Departamento de Transportación y Obras Públicas del municipio de Bayamón.

Objetivo I: Implantar un sistema de mantenimiento auditable

Acción I: Documentar los procesos de mantenimiento por instalaciones en cada dependencia.

- Tiempo: Se desarrollará un protocolo de auditoría interna en cada dependencia para luego ser ejecutado trimestral.
- Presupuesto: Se duplicara formularios internamente por el municipio donde los gastos serán parte del presupuesto de documentos municipales.
- Dependencia involucrada
 - Departamento de Obras Públicas del Municipio de Bayamón.
 - Departamento de Transportación del Municipio de Bayamón.

Imprenta del municipio de Bayamón.

- Resultado esperado:
 - Mejoras en la supervisión del mantenimiento de las instalaciones en dependencias gubernamentales.
 - Cualquier deficiencia deberá ser notificada al director de la dependencia para realizar las correcciones inmediatamente.

Objetivo II: Rotular adecuadamente las posibles fuentes de generación de contaminantes en cada una de las instalaciones.

Acción 1: Rotulación alusiva a la prevención de accidentes y derrames con materiales dentro de los almacenes y otras instalaciones.

- Tiempo: Debe estar la rotulación completada en 1 mes.
- Presupuesto: Se desarrollarán los rótulos alusivos a seguridad y prevención de contaminación en las instalaciones del Departamento de Obras Públicas del Municipio de Bayamón (El costo de la rotulación varía en relación a materiales utilizados, lo cual puede ser también incluido bajo propuestas de solicitud de fondos con relación a educación al programa NPDES de la EPA). La rotulación debe no debe encontrarse mutilada ni deteriorada, sino existe la necesidad de preparar nuevos.
- Dependencia involucrada:
 - Departamento de Obras Públicas del Municipio de Bayamón.
 - Departamento de Transportación del Municipio de Bayamón.
 - Imprenta del municipio de Bayamón.
- Resultado esperado

- Rotulación visible y necesaria en todas las instalaciones de las dependencias gubernamentales que cumplirán con leyes y regulaciones de seguridad y ambientales.
- Inventario más detallado de los materiales encontrados en las instalaciones, asegurando aquellos contaminantes a no estar en riesgo de derrame.

Objetivo III: Aumentar la cantidad de contenedores para desperdicios sólidos.

Acción 1: Aumentar la cantidad de contenedores de desperdicios sólidos que contengan tapa y rotulación alusiva a controlar la contaminación dentro de las instalaciones de las dependencias.

- Duración: Deben estar colocados en 1 mes y que se mantengan en óptimas condiciones en un tiempo indefinido.
- Presupuesto: Una inversión de la compra de 20 contenedores de desperdicios sólidos (\$15 cada uno para un total de \$300) con rotulación y tapa.
 - Se ubicaran 10 contenedores en cada dependencia bajo el estudio, tomando en consideración las inspecciones de campo.
 - Rotulación de cada contenedor de desperdicios sólidos provisto por el municipio (Provista por la Imprenta del municipio de Bayamón).
- Dependencia involucrada:
 - Departamento de Protección Ambiental del municipio de Bayamón.
 - Departamento de Obras Públicas del Municipio de Bayamón.
 - Departamento de Transportación del Municipio de Bayamón.

- Resultado esperado
 - Cantidad adecuada de contenedores de basura dentro de las instalaciones de las dependencias que no permitan la generación de contaminantes en los alrededores.

Objetivo IV: Estaciones de reciclaje dentro de las dependencias municipales.

Acción 1: Ubicar (una estación de reciclaje para diferentes materiales reciclables en un lugar adecuado para que los empleados de las diferentes instalaciones puedan utilizarlo.

- Tiempo: Deben estar instalados en 1 mes y mantenerse en optimas condiciones por tiempo indefinido.
- Presupuesto: Inversión de aproximadamente \$250 para un total de \$500 por dos estaciones que tengan divisiones para diferentes materiales a reciclar (se debe ubicar 1 estación por cada una de las dos dependencias bajo el estudio).
 - Coordinar con el Programa de Reciclaje del municipio de Bayamón para desarrollar la estación.
- Dependencia involucrada:
 - Departamento de Obras Públicas del Municipio de Bayamón.
 - Departamento de Transportación del Municipio de Bayamón.
 - Programa de Reciclaje del municipio de Bayamón.
- Resultado esperado
 - Acuerdo con el Programa de Reciclaje del municipio para el recogido de materiales en un centro de reciclaje para cada dependencia.

- Reduce la cantidad de los desperdicios sólidos que llegan a los contenedores regulares y/o aquellos esparcidos por los alrededores de las dependencias.
 - Se reduce el tiempo, costo que se invierte para el manejo de los desperdicios sólidos.
 - Se evita continuar reduciendo la vida útil de los vertederos.

Objetivo V: Prevención de contaminantes a llegar al sistema pluvial

Acción 1: Reconectar y reparar los desagües de los techos de las instalaciones.

- Tiempo: Instalación en 1 año aproximadamente y semestralmente se realizaran inspecciones para integridad de los desagües.
- Presupuesto: Inversión aproximada de \$20,000 para adquisición de materiales para reconexiones y reparaciones.
- Dependencia involucrada:
 - Departamento de Obras Públicas del Municipio de Bayamón.
 - Departamento de Transportación del Municipio de Bayamón.
- Resultado esperado
 - Sistema de desagües de los techos en las instalaciones debidamente conectados al sistema pluvial.
 - Reducción en escorrentías pluviales que recorran por lugares sensibles a derrames y materiales contaminantes.

Acción 2: Crear o reorganizar estaciones para manejo de sustancias contaminantes (lubricantes, combustible, pinturas, otros).

- Tiempo: Instalación en 1 año aproximadamente y semestralmente se realizaran inspecciones para integridad de los desagües.

- Presupuesto: Inversión aproximada de \$20,000 en equipos.
 - Inversión aproximada de \$20,000 en equipos.
 - Adquisición de equipos para el manejo de diferentes sustancias.
 - Rotulación de seguridad y prevención en las estaciones.
 - Contenedores para disponer de las diferentes sustancias usadas.
- Dependencia involucrada:
 - Departamento de Obras Públicas del Municipio de Bayamón.
 - Departamento de Transportación del Municipio de Bayamón.
- Resultado esperado:
 - Recursos disponibles ante cualquier derrame y/o accidente que pueda producir contaminación al sistema pluvial.

Acción 3: Desviación de las escorrentías pluviales fuera de posibles fuentes generadores de contaminación.

- Tiempo: Instalación en 1 año aproximadamente y semestralmente se realizaran inspecciones para integridad de los desagües.
- Presupuesto: Inversión aproximada de \$20,000 en reconstrucción del sistema pluvial fuera de áreas sensibles a derrames.
 - Sellado de alcantarillados pluviales dentro de áreas de taller y estacionamiento de vehículos.
- Dependencia involucrada.
 - Departamento de Obras Públicas del Municipio de Bayamón.
 - Departamento de Transportación del Municipio de Bayamón.
- Resultado esperado.
 - Sistema de alcantarillado pluvial en óptimas condiciones.

CAPÍTULO VI CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El estudio evidenció la situación encontrada en las dependencias del municipio de Bayamón. La rotulación limitada en todas las instalaciones visitadas de ambas dependencias no provee las alertas necesarias al momento de realizar labores que conllevan el manejo de contaminantes. También la ausencia de contenedores de basura permite la proliferación de áreas saturadas con desperdicios sólidos que no pudieron ser descartados debidamente. Evidencia de falta de medidas de prevención de las sustancias generadas por vehículos en reparación en los talleres de mecánica y que llegan al sistema pluvial, conlleva al incumplimiento de leyes y regulaciones ambientales. La falta de capacitación de los empleados sobre seguridad laboral y prevención de contaminación promueve a que ocurran incidentes que perjudiquen tanto la salud pública como el ambiente. Aun así, la administración municipal está comprometida en una política pública ambiental que cumpla con leyes y regulaciones vigentes, tomando en consideración este plan presentado y contemplando la implementación de ambos programas próximamente.

A pesar de que la legislación ambiental creada para la preservación y protección del recurso agua es bastante rigurosa, es necesario hacerla cumplir. Estas leyes y reglamentaciones solamente tienen efecto si el público cumple con las mismas y las agencias reguladoras mantienen constante inspección, y observan la aplicación de las regulaciones en instalaciones cercanas a cuerpos de agua. Es importante reconocer que ante un progreso continuo, debemos mantener un programa de educación y adiestramientos a los empleados para reducir la probabilidad de un mal manejo de contaminantes generados por sus labores. Al igual que mantener las auditorías internas garantizan que no se reviertan los logros alcanzados.

Si bien es de conocimiento público que la legislación permite incentivos para el desarrollo de programas, monitoreo y remediación, también es importante tener pleno

conocimiento de las mismas para reducir problemas de salud y deterioro del ambiente. Existe un factor importante que se debe atender, el conocimiento de los empleados ante la seguridad laboral y la reducción del impacto ambiental bajo sus labores. Municipios como Bayamón, tienen la oportunidad de remediar sus problemas con mayor facilidad que otros de menor ingreso capital y con menor servidores públicos, pero no implica que mantener la cantidad que sea de empleados, tengan los adiestramientos y la educación continua que permitan una mejor calidad de servicios. Por último, toda administración municipal debe ser proactiva en cuanto a la actualización de infraestructuras operacionales que con el paso del tiempo se deterioran, para prevenir la generación de contaminantes.

Dentro de las limitaciones encontradas en este trabajo, puedo señalar que existió una desconfianza por parte de los empleados presentes durante las auditorias, debido a que pensaban que habría alguna amonestación de encontrar defectos en sus áreas de trabajo. También había desconfianza en la confidencialidad del grupo focal, ya que pensaban que la información provista por ellos sería divulgada con sus supervisores, indicando quien había participado en este trabajo.

Las siguientes recomendaciones mejorarán la implantación de las estrategias ofrecidas en este estudio

1. Se debe tomar en consideración el adiestramiento del personal que labora en todas las dependencias municipales de Bayamón, sobre los aspectos de seguridad laboral y conocimiento básico sobre la contaminación y sus efectos al ambiente.
2. Evaluar todas las dependencias municipales para destacar aquellas que tengan deficiencias significantes a la hora de generar contaminantes que puedan llegar al sistema pluvial y/o un cuerpo de agua aledaño.

Las dependencias gubernamentales y entidades privadas confrontan un problema en la generación de contaminantes que logra acceso a los cuerpos de agua, por medio de sus instalaciones. La falta de capacitación y compromiso por empleados, implica el aumento de fuentes dispersas que degrada el recurso agua. El plan propuesto, recomienda acciones para el control de fuentes dispersas en otras dependencias municipales que tengan instalaciones similares a las del área de estudio. Ante un país en progreso, se debe tomar en consideración el cumplimiento riguroso de las leyes y regulaciones que fueron creadas para reducir la contaminación por escorrentías pluviales, que logran acceso a los ecosistemas acuáticos y al consumo de la ciudadanía. De lo contrario, futuras generaciones tendrán mayores problemas de los que afrontamos actualmente, tanto en salud, economía, sociedad y ambiente.

LITERATURA CITADA

- Administración de Seguridad y Salud Ocupacional. [OSHA] (1910). Operaciones de Desechos Peligrosos y la Norma de Respuesta a Emergencias. Subparte H del 29 CFR Parte 1910, sección 1910.120.
- Agencia de Protección Ambiental Federal. [EPA] (1976). Ley de Recuperación y Conservación de Recursos (Resource Conservation and Recovery Act) de 1976. Pub. L. 94-580, 42 U.S.C. § 6901 et seq. stat 2795
- Agencia de Protección Ambiental Federal. [EPA] (1977a). Ley de Aguas Limpias de 1977. 33 U.S.C.A. § 1251 et seq.
- Agencia de Protección Ambiental Federal. [EPA] (1977b). Sección 4.02: Programa Nacional para la Eliminación de Descargas de Contaminantes de la Ley de Aguas Limpias. 1977. 33 U.S.C. § 1251 et seq
- Agencia de Protección Ambiental Federal. [EPA] (1990). Ley de Contaminación por Petróleo de 1990. Recuperado de <http://www.epa.gov/osweroe1/content/lawsregs/opaover.htm>
- Agencia de Protección Ambiental Federal. [EPA] (2003). Protecting Water Quality from Urban Runoff: Clean Water is Everybody's Business. EPA-841-F-03-003 USA.
- Agencia de Protección Ambiental Federal. [EPA] (2005). National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Urban Areas. EPA-841-B-05-004. Washington, D.C.
- Autoridad de Desperdicios Sólidos. [ADS] (1995). Ley para la Reducción y el Reciclaje de Desperdicios Sólidos en Puerto Rico, Ley Núm. 13 del 20 de enero de 1995. 12 L.P.R.A. §§1320-1320t.
- Autoridad de Desperdicios Sólidos. [ADS] (2000). Ley para la Prevención de la Contaminación, Ley Núm. 310 del 2 de septiembre de 2000. 12 L.P.R.A. §§1320-1320t.
- Beck, E. (1979). The Love Canal Tragedy. EPA Journal. January p.16.
- Beighley, R., Scholl, B., Faucette, L., & Governo, J. (2010). Runoff Characteristics for Construction Site Erosion Control Practices. Journal Of Irrigation & Drainage Engineering, 136(6), pp.405-413.
- Bliss, D.J. (2007). Stormwater runoff mitigation and water quality improvements through the use of green roof in Pittsburgh, Pennsylvania. Disertación de tesis de maestría publicada. Escuela de Ingeniería, Universidad de Pittsburg, Pennsylvania, US.

- Brown, T. C., & Froemke, P. (2012). Nationwide Assessment of Nonpoint Source Threats to Water Quality. *Bioscience*, 62(2), pp.136-146.
- Brodie, I. M., & Egodawatta, P. (2011). Relationships between rainfall intensity, duration and suspended particle washoff from an urban road surface. *Hydrology Research*, 42(4), pp. 239-249
- Brook, M. (2002). *Planning Theory for Practitioners*. American Planning Association, Chapter 8: The Planner as a Political Activist.
- Burkhardt, M. M., Zuleeg, S. S., Boller, M. M., Vonbank, R. R., Schmid, P. P., Hean, S. S., & Bester, K. K. (2011). Leaching of additives from construction materials to urban storm water runoff. *Water Science & Technology*, 63(9), p.1974-1982.
- California Integrated Waste Management Board. [CIWMB] (2007). Recycling/Disposal of Used Oil. Recuperado de <http://www.ciwmb.ca.gov/usedoil/Recycle.htm>.
- Carpenter, D. D., & Kaluvakolanu, P. (2011). Effect of Roof Surface Type on Storm-Water Runoff from Full-Scale Roofs in a Temperate Climate. *Journal of Irrigation & Drainage Engineering*, 137(3), pp.161-169.
- Cerrame, M.J. (2007). *Ecología de Puerto Rico y pensamiento crítico*. Editora Centenario, S.A.
- Carrión, J. (2007). *Estrategia de la visión a la acción*. 2nda Edición. Artegraf, S.A., España. p.37
- Chung, N. T., Ra, J. S., Park, K. K., Kim, D. W., & Kim, S. D. (2009). Toxicity of artificial runoff fostered with dry deposition particulates from industrial, commercial, and highway area in Gwangju, Korea. *Water Science & Technology*, 59(11), pp. 2227-2235.
- Cowley, M., & Domb, E. (1997). *Beyond strategic vision: Effective Corporate Action with Hoshin Planning*. Newton, MA. Butterworth-Heinemann.
- Crabtree, B. B., Dempsey, P. P., Johnson, I. I., & Whitehead, M. M. (2009). The development of an ecological approach to manage the pollution risk from highway runoff. *Water Science & Technology*, 59(3), 549-555.
- Crojethovich, A., & Rescia, A. (2006). Organización y sostenibilidad en un sistema urbano socio-ecológico y complejo. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, Núm. 1: p.1.
- Delgadillo, M., & Condori, L. (2010). Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con Macrofitas para Comunidades Cercanas al Lago Titicaca, JBC, Oct. 2010, vol.7, no. 21, 63-66. ISSN 2075-8936

- Departamento de Protección Ambiental del Estado de la Florida, Estados Unidos (2011). Programa de Escorrentías Pluviales. Recuperado de <http://www.dep.state.fl.us/water/stormwater/index.htm>
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. [DRNA] (2003). Política pública sobre la prevención de inundaciones y conservación de ríos y quebradas. Ley Núm. 83 del 5 de mayo de 2006. P. de la C. 1814.
- Dickson, M.H. & Fanelli, M. (1995). Geothermal Energy. John Wiley & Sons, p.214 .
- Drucker, P. (1980). La Gerencia de Empresas. Editorial sudamericana, Novena edición, Páginas 53-89.
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico [ELAPR] (1997a). Reglamento para el Manejo de Desperdicios Sólidos No Peligrosos del 17 de diciembre de 1997.
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico [ELAPR] (1997b). Reglamento de Control de Erosión y Prevención de la Sedimentación del 30 de diciembre de 1997.
- Friedmann, J. (1987). Planning in the public domain: From knowledge to action. Princeton, NJ. Princeton University Press.
- Hoffman, L. (2006). Green roof: Storm water modeling. BioCycle, 42(2): 38-40.
- Johnson, K. A., Steinman, A. D., Keiper, W. D., & Ruetz, C. R. (2011). Biotic responses to low-concentration urban road runoff. Journal Of The North American Benthological Society, 30(3), 710-727.
- Junta de Calidad Ambiental. [JCA] (1970). Reglamento para el control de la erosión y prevención de la sedimentación. 18 de junio de 1970. R-97-46-2.
- Junta de Calidad Ambiental. [JCA] (2004). Ley sobre Política Pública Ambiental de Puerto Rico, Ley Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004. L.P.R.A. §§ 6001-8007.
- Junta de Calidad Ambiental. [JCA] (2010). Reglamento de Estándares para la Calidad de Agua de Puerto Rico. Marzo 2010. Resolución R-03-05.
- Junta de Planificación (2002). Ley de Municipios Autónomos, Ley Núm. 81 del 30 de agosto de 1991. 21 L.P.R.A. secs. 201 a 240.
- Klimaszyk, P., & Rzymyski, P. (2011). Surface runoff as a factor determining trophic state of midforest lake. polish Journal of Environmental Studies, 20(5), 1203-1210.
- Kloss, C., & Calaruse, C. (2006). Roof tops to rivers: Green strategies for controlling stormwater and combined sewer overflows. Natural Resources Defense Council. New York.

- Lawrence, R., Morris, L., & Foster, D. (1998). Hazards induced by groundwater recharge under rapid urbanization. Section 6: Urban geohazards in developing countries (p.30) Geological Society, London: Engineering Geology Special Publications.
- Lucca, N., & Berrios, R. (2003). Investigación cualitativa: Fundamentos, diseños y estrategias. Cataño, PR. Ediciones SM.
- Lue-Hing, C. (1998). Municipal sewage sludge management: A reference text on processing, utilization, and disposal. Technomic Pub. Co.
- Miranda F.J., Pesce A.H. & Garea E.G. (1997). Termas de Villa Elisa. Contaminación termal y su influencia sobre la red hidrográfica. Provincia de Entre Ríos. Análisis y consideraciones. Departamento de Geotermia, IGRM, SEGEMAR. P.53
- Méndez, R. (2007). El calentamiento global y su impacto en Puerto Rico. Revista del CIAPR, 21(3): p.17-19.
- Municipio de Bayamón. (2005). Plan de Mitigación Multi-Riesgo del Municipio de Bayamón: p.43.
- Naciones Unidas/Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. (2003). 1^{er} Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para todos, agua para la vida. París, Nueva York y Oxford. UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) & Berghahn Books.
- Opher, T., & Friedler, E. (2010). Factors affecting highway runoff quality. Urban Water Journal, 7(3), pp.155-172
- Organización Mundial de la Salud. [OMS]. (2003). Water Pollution Control. ISBN 0419229108. OMS/PNUMA
- Passeport, E., Hunt, W. F., Line, D. E., Smith, R. A., & Brown, R. A. (2009). Field Study of the Ability of Two Grassed Bioretention Cells to Reduce Storm-Water Runoff Pollution. Journal of Irrigation & Drainage Engineering, 135(4), pp.505-510.
- Patoine, M., Hébert, S., & D'Auteuil-Potvin, F. (2012). Water quality trends in the last decade for ten watersheds dominated by diffuse pollution in Québec (Canada). Water Science & Technology, 65(6), pp.1095-1101. doi:10.2166/wst.2012.850
- Peirce, J., Weiner, R. F., & Vesilind, P. (1998). Environmental pollution and control. Elsevier, Amsterdam
- Rossi, L., Alencastro, L., Kupper, T. & Tarradellas, J. (2004). Science of the total environment, 322(1-3): 179-189.
- Salazar, L. Crosby, R., & DiClemente, R. (2006). Qualitative research strategies and methods for health promotion. Francisco, CA: Jossey-Bass.

- Wang, L., Wei, J., Huang, Y., Wang, G., & Maqsood, I. (2011). Urban nonpoint source pollution buildup and washoff models for simulating storm runoff quality in the Los Angeles County. *Environmental Pollution*, 159(7), 1932-1940.
- Woltemade, C. J. (2010). Impact of residential soil disturbance on infiltration rate and stormwater runoff. *Journal of the American Water Resources Association*, 46(4), pp.700-711.

TABLAS

Tabla 1.

Resultado de visitas de campo del Departamento de Transportación del municipio de Bayamón.

Departamento de Transportación del municipio de Bayamón	
Resultado	Análisis
Manejo inadecuado de los desperdicios sólidos en los predios de las instalaciones.	Pocos contenedores disponibles y falta de educación sobre los efectos de la contaminación a los cuerpos de agua.
Falta de equipos para contener contaminantes en las instalaciones.	Falta de conocimiento sobre manejo de derrames en las instalaciones y pocas herramientas de prevención y mitigación ante situaciones con contaminantes.
Poca rotulación disponible en las instalaciones.	Falta de rotulación para seguridad y prevención ante cualquier situación con contaminantes.
Sistema sanitario con desperdicios sólidos, tapado con sedimento y con manchas de combustible y otras sustancias contaminantes.	El sistema sanitario tenía deficiencias que son a consecuencia del mal manejo de desperdicios sólidos, poco mantenimiento del mismo e incidentes por derrames de combustible y otras sustancias nocivas a la salud y el ambiente.
Vehículos en el área de los talleres de reparación derramando aceites y combustibles sin medidas de mitigación.	Los derrames causados por los vehículos que se encontraban en reparación, estaban ocasionando mayor contaminación al sistema pluvial que se encontraba cercano a los talleres de mecánica.
Desagües pluviales de las instalaciones rotos y descargando dentro de la infraestructura.	Esto ayuda a que las escorrentías pluviales se contaminen con mayor facilidad.

Tabla 2.

Resultado de visitas de campo del Departamento de Obras Públicas del municipio de Bayamón.

Departamento de Obras Públicas del municipio de Bayamón	
Resultado	Análisis
Manejo inadecuado de los desperdicios sólidos en los predios de las instalaciones.	Pocos contenedores disponibles y falta de educación sobre los efectos de la contaminación a los cuerpos de agua.
Falta de equipos para contener contaminantes en las instalaciones.	Falta de conocimiento sobre manejo de derrames en las instalaciones y pocas herramientas de prevención y mitigación ante situaciones con contaminantes.
Poca rotulación disponible en las instalaciones.	Falta de rotulación para seguridad y prevención ante cualquier situación con contaminantes.
Sistema sanitario con desperdicios sólidos, tapado con sedimento y con manchas de combustible y otras sustancias contaminantes.	El sistema sanitario tenía deficiencias que son a consecuencia del mal manejo de desperdicios sólidos, poco mantenimiento del mismo e incidentes por derrames de combustible y otras sustancias nocivas a la salud y el ambiente.
Desagües pluviales de las instalaciones rotos y descargando dentro de la infraestructura.	Esto ayuda a que las escorrentías pluviales se contaminen con mayor facilidad.
Tuberías de agua limpia desperdiciándose en varios puntos alrededor de las instalaciones.	Agua potable desperdiciándose y colaborando con el acarreo de contaminantes al sistema pluvial.

Tabla 3

Resultados del Grupo Focal

Situación #1: Usted se encuentra laborando en el taller de mecánica, donde se percata que hay unos contenedores de aceites en el piso, derramando la sustancia hacia el alcantarillado pluvial. ¿Qué usted haría ante esta situación?

Contestaciones	Análisis
<p>Buscar equipos de contención y detener el desparrame. Trabajo en grupo para contención del desparrame. Echarle arena y/o tierra. Verificar riesgo de seguridad.</p>	<p>Conocimiento general de los materiales que se utilizan para contener desparrames de contaminantes.</p> <p>Tienen interés en trabajar los incidentes como grupo, para solucionarlo rápido.</p> <p>Tienen ideas generales de remedios “caseros” para contener sustancias desparramadas, como “echarle arena y tierra”.</p> <p>Conocimiento general de la necesidad de mantener un nivel de seguridad antes de contener un desparrame de contaminantes.</p> <p>No hubo conocimiento de utilizar equipo de seguridad al realizar la limpieza y/o contención del desparrame de aceite.</p>
<p>Situación #2: Usted se encuentra pintando el edificio donde se encuentran las oficinas de Transportación. Luego de terminar, tiene que limpiar el equipo utilizado. ¿Cómo debe limpiar el equipo? ¿Dónde debe realizar la limpieza? ¿Se debe descartar el sobrante de la pintura al sistema pluvial?</p>	
<p>Buscar un área indicada para realizar la limpieza del equipo.</p> <p>No permitir que la pintura caiga en el sistema pluvial.</p> <p>Poner sobrantes y la sustancia generada por la limpieza en un envase</p>	<p>Conocimiento general de que no se puede descargar las sustancias generadas de la limpieza al sistema pluvial.</p> <p>Conocimiento general de que se debe descartar toda sustancia contaminante en un contenedor apropiado para su disposición final.</p> <p>No hubo conocimiento de utilizar el equipo de seguridad al realizar la limpieza de los equipos y/o al descartar las sustancias contaminantes.</p>

Situación #3: Usted se encuentra realizando un cambio de aceite y filtro a la unidad MU-00001, también debe cambiar la batería, ya que no sirve. ¿Cómo usted dispone de estos materiales? ¿La batería se dispone en un zafacón de basura regular? ¿Dónde dispone del aceite usado?

Contestaciones	Análisis
Existe un área para almacenar baterías y los aceites usados van directamente a unos tanques de retención para su disposición final. Si hubiese que realizar una disposición a mayor escala, se utilizan servicios privados.	Conocimiento general de la disposición de aceites usados y baterías, donde se alega que estos son llevados a un almacén y tanques de retención, para su disposición final. Conocimiento pobre sobre el reciclaje de estos materiales y las regulaciones y documentaciones requeridas para descartar los mismos.
Los aceites y las baterías se reciclan.	

Pregunta #1: ¿Usted conoce el término “fuentes dispersas”?

Contestaciones	Análisis
Según uno de los participantes: “el termino fuentes dispersas para mi es todo contaminante o liquido que este yendo por un área que no debe ser.” (Esta contestación fue secundada por otros 3 participantes luego de ser escuchada).	9 de 10 participantes no tenían conocimiento de lo que es “fuentes dispersas”, otros escucharon una definición que se encontraba incompleta, pero que al ser realizada con tanta confianza, 3 participantes la secundaron.

Pregunta #2: ¿Conoce sobre las leyes y regulaciones para mantener las aguas limpias?

Contestaciones	Análisis
Solamente hubieron 2 de 10 participantes que dijeron tener poco conocimiento sobre leyes y regulaciones, los demás no tienen ninguno.	Todos dijeron conocer que existen materiales que pueden perjudicar la salud humana por exposición directa de los mismos, también pueden contaminar los cuerpos de agua cercanos.

Preguntas #3: ¿Existe en su área de trabajo material y/o sustancias contaminantes?

Contestaciones	Análisis
9 de 10 participantes indicaron que existen en sus áreas de trabajo materiales y/o sustancias contaminantes.	La mayoría conoce que existen materiales que pueden perjudicar la salud humana por exposición directa de los mismos, también pueden contaminar los cuerpos de agua cercanos.

Preguntas #4: ¿Quién está a cargo de limpiar cualquier derrame de material y/o sustancias contaminantes en su área de trabajo?

Contestaciones	Análisis
No existe un personal asignado para trabajar con cualquier derrame de material y/o sustancia contaminante.	No existe un personal interno adiestrado para servir de primera respuesta en el evento que impacte la seguridad y/o el ambiente.
Todos aportan en hacer la limpieza de cualquier material.	Tienen poco conocimiento sobre los equipos y técnicas para controlar cualquier evento relacionado.
Si el derrame es significativo, se comunican con la Agencia Municipal para el Manejo de Emergencias y Desastres.	No se encuentra disponible equipo para contención para derrames y otros eventos de impacto ambiental o seguridad, para fácil acceso.

Preguntas #5: ¿Tienen un plan de emergencia para trabajar con derrames o emanaciones de materiales y/o sustancias contaminantes?

Contestaciones	Análisis
Según la mayoría de los participantes, no tienen un plan de emergencia en sus dependencias.	No se encuentran los empleados adiestrados adecuadamente para manejar cualquier incidente con potencial a contaminar el sistema pluvial.
A parte de algunos materiales para contención que se encuentran en guardados en los almacenes, no conocen de ningún plan.	No se encuentran los empleados adiestrados para cualquier incidente que pueda perjudicar la salud de los mismos por algún evento de contaminación por materiales peligrosos. No tienen materiales para emergencias disponibles en las instalaciones donde laboran para respuesta rápida.

Preguntas #6: ¿Recibe adiestramiento o talleres de capacitación sobre regulaciones y/o técnicas de manejo de materiales y/o sustancias contaminantes?

Contestaciones	Análisis
La mayoría de los participantes dijeron que no han recibido ningún tipo de adiestramiento o cualquier taller educativo sobre el manejo de contaminantes.	La falta de conocimiento de los empleados indica un potencial para riesgos en la salud de los empleados y cualquier posible evento que contamine el sistema pluvial dentro de ambas dependencias.

Preguntas #7: ¿Su área de trabajo tiene contenedores para desperdicios sólidos o peligrosos?

Contestaciones	Análisis
La mayoría de los participantes dijeron no tener contenedores para desperdicios sólidos peligrosos.	A pesar de que tienen unos tanques para retención de aceites usados, desconocen tener cualquier otro contenedor para disponer de materiales contaminantes que en las visitas de campo se encontraron, como contenedores para almacenar lubricantes, combustible, pinturas, entre otros. Estos contenedores no se encontraban en óptimas condiciones ni debidamente rotulados.

Preguntas #8: ¿Usted entiende que su área de trabajo es seguro y no descarga contaminantes fuera del mismo?

Contestaciones	Análisis
La mayoría de los participantes indicaron que no son seguras las instalaciones donde laboran. No quisieron comentar respecto a si descargaban contaminantes.	Existen deficiencias en la infraestructura de las instalaciones por la que los empleados entienden no estar seguros y que posiblemente generan mayor contaminación que en infraestructuras que se encuentren en buen estado.

Preguntas #9: ¿Desea realizar un comentario u observación relacionado al tema que hemos discutido?

Contestaciones	Análisis
Necesidad de recursos y orientaciones para ser más eficientes ante cualquier emergencia.	La carencia de equipos de mantenimiento, seguridad y contención de eventos con contaminantes, es de conocimiento público entre los empleados y crea un miedo colectivo a cualquier futuro accidente.
Se encuentran rodeados de posibles accidentes, desde cualquier situación que ocurra con el área de abastecimiento de combustible, hasta los tanques de retención de aceites usados. Al igual que la limpieza de las instalaciones acarrear demasiados contaminantes que se mezclan y pueden ser una bomba de tiempo.	Existe un problema con la forma en que se da mantenimiento a las instalaciones, debido a que no toman las medidas necesarias para evitar que los contaminantes caigan al sistema pluvial y no utilizan equipo de seguridad necesario.

Debería haber equipo para emergencias de gran escala.

La infraestructura de las dependencias no son las adecuadas y se debe arreglar.

No existe un plan de emergencias para cualquier evento de gran magnitud dentro de estas dependencias.

Existe una necesidad de actualizar infraestructura que se encuentra en deterioro, que por consiguiente afecta la salud de los empleados y posibilita la generación de mayores concentraciones de contaminantes al sistema pluvial.

Tabla 4

Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Disponibilidad por parte de la administración para realizar cambios necesarios para mejoras en infraestructura y capacitación de los empleados.	Cumplimiento con leyes y regulaciones estatales.	Manejo inadecuado de los desperdicios sólidos dentro de las instalaciones.	Incumplimientos de regulaciones estatales.
Personal capacitado para realizar adiestramientos y talleres educativos en las dependencias.	Cumplimiento con leyes y regulaciones federales.	Pocos contenedores de desperdicios sólidos en las instalaciones.	Incumplimientos de regulaciones federales.
Presupuesto disponible para la adquisición de equipos básicos de seguridad.	Fondos disponibles para solicitar la adquisición de equipos de seguridad.	Falta de equipo de seguridad en las instalaciones.	Contaminación a cuerpos de agua.
Presupuesto disponible para la adquisición de equipos básicos de mantenimiento y contención de contaminantes en caso de emergencia.	Fondos disponibles para solicitar la adquisición de equipos de mantenimiento y contención de contaminantes en caso de emergencia.	Falta de equipo de contención de contaminantes en las instalaciones.	Alto costo para mitigación de impactos ambientales.
Espacio disponible en ambas dependencias para reestructurar las instalaciones y tenerlas en óptimas condiciones.	Desarrollar un programa piloto de educación ambiental, adiestramientos y técnicas para el manejo de emergencias	Poca rotulación visible sobre seguridad e información para reducir impacto al ambiente.	Posibles demandas por parte de la comunidad afectada de cualquier evento de contaminación y/o incendio de estas

Fortalezas	relacionadas.		dependencias.
	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
	Disponer de personal capacitado que sepa trabajar cualquier evento de impacto ambiental y/o seguridad laboral en su área de trabajo.	Sistemas sanitarios deficientes.	
	Mantener en óptimas condiciones el sistema pluvial para reducir su impacto al ambiente.	Sistemas pluviales deficientes.	
	Reducción en costos para mitigación de incidentes ambientales a consecuencia de actividades por parte del municipio.	Pobre conocimiento del impacto ambiental causado por las labores docentes de las dependencias en el estudio.	
		Pobre conocimiento de estrategias para trabajar incidentes de derrames de contaminantes y/o cualquier otro que pueda perjudicar la salud y/o el ambiente.	
		Pobre conocimiento de las leyes y regulaciones estatales y federales que afectan las labores docentes de las dependencias en el estudio.	
		Posible alta incidencia de posibles accidentes	

por sustancias

FIGURAS

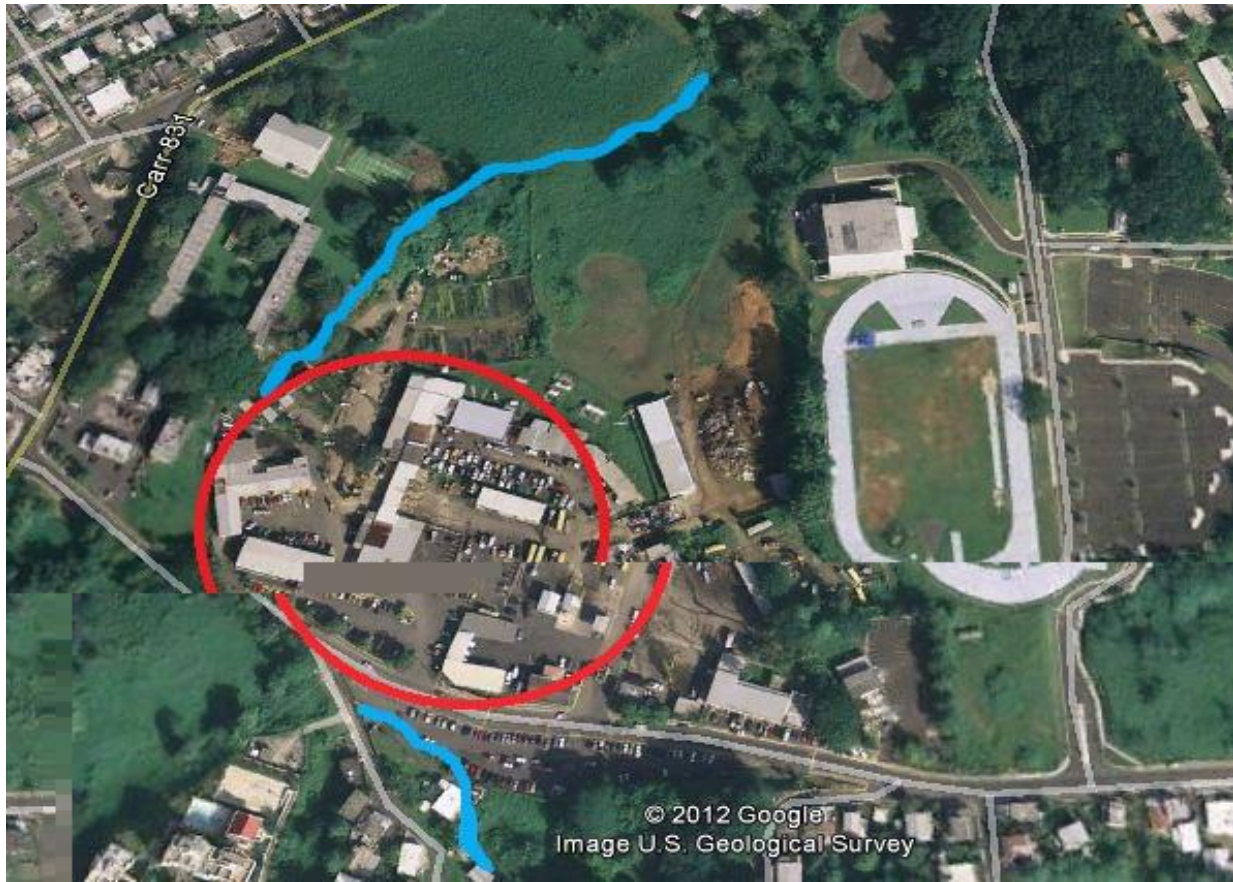


Figura 1: Foto aérea de las oficinas del Departamento de Transportación y Obras Públicas del municipio de Bayamón.

APENDICES

Apéndice 1: Autorización del municipio de Bayamón para investigación

30 de enero de 2012

Oficina de Cumplimiento SUAGM
Universidad Metropolitana
Apartado 21150
San Juan, PR 00926-1150

RE: PERMISO PARA REALIZAR INVESTIGACIÓN GRADUADA DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTACIÓN Y OBRAS PÚBLICAS DEL MUNICIPIO DE BAYAMÓN

Estimados señores:


Autorizo al Sr. Harry E. Marrero Philippi, estudiante de maestría en planificación ambiental, de la Escuela de Asuntos Ambientales de la Universidad Metropolitana, a llevar a cabo un estudio de *Plan para el Control de Fuentes Dispersas en las Instalaciones del Departamento De Transportación y Obras Públicas del Municipio de Bayamón.*

Este trabajo se realizará dentro de las instalaciones de ambas dependencias, en las que el investigador llevará a cabo dos grupos focales, en los que se entrevistarán empleados de ambas dependencias para medir ciertos valores necesarios que conduzcan a desarrollar un plan de acción. Además, se estarán realizando una serie de visitas de campo para identificar posibles generadores de contaminación al sistema pluvial.

Al finalizar su estudio, el Sr. Marrero compartirá con el Municipio la guía de estrategias que sean económicamente viables y en armonía con el ambiente. Este trabajo presenta un interés en brindarle a los municipios la oportunidad de mantener unos estándares que reduzcan los incidentes de seguridad, exposición de contaminantes y reducción de impactos al medioambiente y la comunidad, en sus dependencias.

Agradecemos su atención y apoyo con las gestiones en los municipios. Especialmente porque el conocimiento que se generará en esta investigación será de gran valor para la ciudad de Bayamón y el resto de Puerto Rico.

Cordialmente,



Ramón Luis Rivera Cruz
Alcalde

Apéndice 2: Autorización de la Oficina de Cumplimiento del SUAGM



SISTEMA UNIVERSITARIO ANA G MÉNDEZ
Vicepresidencia de Planificación y Asuntos Académicos
Vicepresidencia Asociada de Recursos Externos
Oficina de Cumplimiento

Junta para la Protección de Seres Humanos en la Investigación (IRB)

Fecha : 29 de febrero de 2012

Investigador principal : Harry Marrero Philippi

Título protocolo : PLAN PARA EL CONTROL DE FUENTES DISPERSAS EN LAS INSTALACIONES DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTACIÓN Y OBRAS PÚBLICAS DEL MUNICIPIO DE BAYAMÓN, P.R

Mentor : Prof. María C. Ortiz Rivera

Número de protocolo : 01-336-12

Tipo de solicitud : Protocolo Inicial

Institución/Escuela : Universidad Metropolitana, Cupey, Escuela de Asuntos Ambientales

Tipo de revisión : Expedita

Acción tomada : Aprobada

Fecha de revisión : 29 de febrero de 2012

Certificamos que el estudio/investigación de referencia recibido en la Oficina de Cumplimiento fue revisado por la *Junta para la Protección de Seres Humanos en la Investigación (IRB)* en 29 de febrero de 2012. El mismo fue evaluado y aprobado a través de una revisión expedita.

Los siguientes documentos fueron revisados:

<input checked="" type="checkbox"/> Protocolo	<input checked="" type="checkbox"/> Carta de autorización
<input type="checkbox"/> Asentimiento Informado en español e inglés	<input checked="" type="checkbox"/> Hoja Participantes Grupo Focal
<input checked="" type="checkbox"/> Consentimiento Informado en español	<input checked="" type="checkbox"/> Curriculum Vitae (PI / Mentor)
<input type="checkbox"/> Carta de Enmienda	<input checked="" type="checkbox"/> Certificado de HIPAA (PI / Mentor)
<input checked="" type="checkbox"/> Instrumento: Hoja de Campo, Entrevista grupo Focal	<input type="checkbox"/> Formulario FDA 1572 (Administración Federal de Alimentos y Drogas)
<input type="checkbox"/> Anuncio	<input type="checkbox"/> "Package Insert"
<input checked="" type="checkbox"/> Certificado de Protección para Participantes Humanos (PI / Mentor)	<input type="checkbox"/> "Investigator Brochure"
<input type="checkbox"/> Derecho de autor	<input checked="" type="checkbox"/> Otras: Capítulos tesis 1 al 3, Certificado RCR (PI / Mentor), etc.
<input type="checkbox"/> Evidencia/ Recibo de compra del instrumento	

Nombre del Investigador: Harry Marrero Philippi
Protocolo 01-336-12
29 de febrero de 2012

Favor de tener presente los siguientes puntos:

- La hoja de consentimiento es un documento que asegura que los sujetos o participantes entienden su participación en el estudio, además de ser un seguro de protección para los mismos después de ser firmado. De acuerdo con las Regulaciones Federales se requiere que los participantes reciban copia del consentimiento después de haber firmado el mismo.
- De realizarse algún cambio en los documentos anejados con este estudio deben ser sometidos nuevamente al IRB para su debida revisión y aprobación utilizando la forma de IRB "Solicitud para Cambios/ Enmiendas".
- Todo evento adverso o no esperado debe ser informado al IRB utilizando la forma de IRB de "Eventos Adversos".
- Todos los documentos relacionados con la investigación deben ser guardados hasta un término de cinco (5) años. Pasado este término los mismos deben ser eliminados/ triturados, no quemados.
- De no realizar su investigación en el término aprobado deberá someter una solicitud de "Revisión Continua" llenando la forma IRB para "Renovar un Protocolo ya Aprobado" antes de vencerse el mismo.
- Al finalizar su investigación debe someter una solicitud de cierre utilizando la forma de IRB "Solicitud para Cierre de Protocolo" aprobado por el IRB.

Usted podrá llevar a cabo este estudio durante el término de un año venciendo en 28 de febrero de 2013.

Para más información, aclarar dudas, notificar algún evento adverso o no anticipado puede comunicarse con su Coordinador de Cumplimiento Institucional en: la Universidad Metropolitana la Srta. Carmen Crespo al (787)766-1717 ext. 6366; Universidad del Turabo la Prof. Josefina Melgar al (787)743-7979 ext.4126; y en la Universidad del Este la Srta. Natalia Torres al (787)257-7373 Ext. 2279; Administración Central la Sra. Wanda Vázquez Solá, (787) 751-0178 ext. 7195 o al Sr. José A. Vega Gutiérrez al (787) 751-0178 ext. 7197 o puede escribir a:

Oficina de Cumplimiento
Vicepresidencia Asociada de Recursos Externos
Vicepresidencia de Planificación y Asuntos Académicos
Sistema Universitario Ana G. Méndez
P.O. Box 21345
San Juan, PR 00928-1345
Tel. 787 751-0178 exts.7195-7197; Fax 787 751-9517

Apéndice 3: Hoja de Campo

Sistema Universitario Ana G. Méndez
Universidad Metropolitana
Escuela de Asuntos Ambientales

HOJA DE CAMPO						
Dependencia Municipal					#ID	
Director Dependencia					Fecha	
Inspector (es) Encargado (s)					Título	
INFORMACION GENERAL DE LA DEPENDENCIA						
EVALUACION						
	Adecuado	No Adecuado	No Existe	Identificado	Apéndice	Observaciones
Plan de Escorrentías (SWPPP)						
Implementación de las mejores prácticas de manejo indicadas en el Plan de Escorrentías						
Drenajes pluviales						
Identificados						
Limpios						
Sellados (Cercanos a las actividades que generen contaminantes)						
Mantenimiento, Abastecimiento de Combustible y Lavado de Vehículos						
Mantenimiento de Vehículos						
Separadores de Aceite y Grasa						
Bandejas para contener fluidos drenados los vehículos bajo mantenimiento						
Limpieza del área (SECO)						
Limpieza de Desparrames (Contenido y Disposición del Material Usado)						
Existe algún drenaje pluvial en el área de abastecimiento de combustible						
Existe equipo para Control de Desparrames						
Existe área para lavado de vehículos. (agua usada es descargada al pluvial o sanitario)						
Almacenaje de Materiales (General)						
Materiales potencialmente contaminantes (Contenidos)						
Inventario de materiales y desperdicios						



Ana G. Mendez University System
Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 01-336-12
 Approval Date February 29, 2012
 Expiration Date February 28, 2013
 Signature [Handwritten Signature]

Sistema Universitario Ana G. Méndez
Universidad Metropolitana
Escuela de Asuntos Ambientales

HOJA DE CAMPO (CONTINUACION)						
Dependencia Municipal					#ID	
Director Dependencia					Fecha	
Inspector (es) Encargado (s)					Título	
EVALUACION						
	Adecuado	No Adecuado	No Existe	Identificado	Apéndice	Observaciones
Almacenaje y Manejo de Materiales y Desperdicios Peligrosos						
Identificados						
Hojas de Seguridad de los Materiales						
Equipo de Control de Derrames						
Manejo de Desperdicios No Peligrosos						
Contenedores de Basura (Cubiertos)						
Respuesta y Control de Derrames						
Equipo de Control de Desperdicio (Áreas Críticas: Taller de Mecánica, almacenes, áreas de abastecimiento de combustible, otros)						
Válvulas de los sistemas de contención secundario cerradas						
Drenajes pluviales localizados en el área desconectados						
Evidencia de aceites, grasas, combustible u otro material o desperdicio que sea peligroso accediendo al sistema pluvial por los drenajes	Existe	No Existe				
Evidencia de derrames, filtraciones o desbordamientos en el exterior de tanques de almacenamiento de desperdicios peligrosos y tuberías.	Existe	No Existe				
Material Educativo						
Existe material educativo colocado en áreas de anuncios públicos distribuidos por la facilidad						
OTRO:						



Ana G. Mendez University System
Institutional Review Board (IRB)

Protocol No. 01-336-12
 Approval Date February 29, 2012
 Expiration Date February 28, 2013
 Signature [Handwritten Signature]

Apéndice 4: Entrevista de grupo focal

**Sistema Universitario Ana G. Méndez
Universidad Metropolitana
Escuela de Asuntos Ambientales**

Entrevista de Grupo Focal

Fecha: _____

Cantidad de Participantes: _____

Equipo de Grabación: ___ Si ___ No

Situación #1: Usted se encuentra laborando en el taller de mecánica, donde se percata que hay unos contenedores de aceites en el piso, derramando la sustancia hacia el alcantarillado pluvial. ¿Qué usted haría ante esta situación?

Situación #2: Usted se encuentra pintando el edificio donde se encuentran las oficinas de Transportación. Luego de terminar, tiene que limpiar el equipo utilizado. ¿Cómo debe limpiar el equipo? ¿Dónde debe realizar la limpieza? ¿Se debe descartar el sobrante de la pintura al sistema pluvial?

Situación #3: Usted se encuentra realizando un cambio de aceite y filtro a la unidad MU-0001, también debe cambiar la batería, ya que no sirve. ¿Cómo usted dispone de estos materiales? ¿La batería se dispone en un zafacón de basura regular? ¿Dónde dispone del aceite usado?



**Ana G. Mendez University System
Institutional Review Board (IRB)**

Protocol No. 01-336-12

Approval Date February 29, 2012

Expiration Date February 28, 2013

Signature [Handwritten Signature]

**Sistema Universitario Ana G. Méndez
Universidad Metropolitana
Escuela de Asuntos Ambientales**

Entrevista de Grupo Focal (continuación)

1. ¿Usted conoce el término “fuentes dispersas”?
 2. ¿Conoce sobre las leyes y regulaciones para mantener las aguas limpias?
 3. ¿Existe en su área de trabajo material y/o sustancias contaminantes?
 4. ¿Quién está a cargo de limpiar cualquier derrame de material y/o sustancias contaminantes en su área de trabajo?
 5. ¿Tienen un plan de emergencia para trabajar con derrames o emanaciones de materiales y/o sustancias contaminantes?
 6. ¿Recibe adiestramiento o talleres de capacitación sobre regulaciones y/o técnicas de manejo de materiales y/o sustancias contaminantes?
 7. ¿Su área de trabajo tiene contenedores para desperdicios sólidos o peligrosos?
 8. ¿Usted entiende que su área de trabajo es seguro y no descarga contaminantes fuera del mismo?
 9. ¿Desea realizar un comentario u observación relacionado al tema que hemos discutido?
-



**Ana G. Mendez University System
Institutional Review Board (IRB)**

Protocol No. 01-336-12

Approval Date February 29, 2012

Expiration Date February 28, 2013

Signature 

Apéndice 5: Hoja de consentimiento informado



**Sistema Universitario Ana G. Méndez
Universidad Metropolitana
Escuela de Asuntos Ambientales**

Hoja de Consentimiento

Título Investigación: PLAN PARA EL CONTROL DE FUENTES DISPERSAS EN LAS INSTALACIONES DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTACION Y OBRAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE BAYAMON, P.R.

Nombre del Investigador Principal: Harry E. Marrero Philippi

Nombre del Mentor: Prof. Maria C. Ortiz Rivera

Esta hoja de consentimiento puede contener palabras que usted no entienda. Por favor, pregunte al investigador encargado o cualquier personal del estudio para que le explique cualquier palabra o información que usted no entienda claramente. Usted puede llevarse a su casa una copia de este consentimiento para decidir si participará o para consultar con su familia o amigos antes de tomar su decisión.

I. Introducción

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación. Antes de que decida participar en el estudio, por favor, lea este consentimiento cuidadosamente. Haga todas las preguntas que tenga, para asegurarse de que entiende los procedimientos del estudio, incluyendo sus riesgos y beneficios.

II. Propósito del Estudio

El propósito de esta investigación es crear un plan de acción para el control de fuentes dispersas en el sistema pluvial del área de estudio que pueda servir de ejemplo para otras instalaciones donde se realicen actividades similares. Analizar la situación actual dentro del área de estudio y sus posibles fuentes de contaminación propensas a las escorrentías pluviales en el lugar para diseñar estrategias de acción. Evaluar el nivel de conocimiento y compromiso de parte de los empleados que laboran dentro del área de estudio por medio del uso de un grupo focal para diseñar estrategias de acción.

III. Participantes del Estudio

Empleados que laboran dentro de las instalaciones de las dependencias de Transportacion y Obras Publicas, del municipio de Bayamon, P.R.

SUAGM_IRB_Consentimiento
Aprobado hasta 6/2010
Revisado 6/2009

Page 1 de 4



**Ana G. Mendez University System
Institutional Review Board (IRB)**

Protocol No. 01-336-12
Approval Date February 29, 2012
Expiration Date February 28, 2013
Signature [Handwritten Signature]

IV. Procedimientos

El estudio obtendrá los datos de manera primaria a través de un grupo focal. Los datos recogidos serán protegidos y mantenidos bajo privacidad

V. Riesgo o Incomodidad

Esta actividad no representa un riesgo potencial para los participantes. Sin embargo, los riesgos pueden ser mínimos al provocar cansancio, falta de interés, incomodidad, entre otros.

VI. Beneficios del Estudio

Al participar de esta investigación, los empleados municipales participantes no obtendrán ningún beneficio directo. Como beneficio para ambas dependencias en el estudio, recibirán la Plan con las estrategias recomendadas para el control de fuentes dispersas dentro de las instalaciones. La misma será una herramienta útil y adicional que contribuirá en el proceso de reducción de la contaminación generada por las actividades de las dependencias.

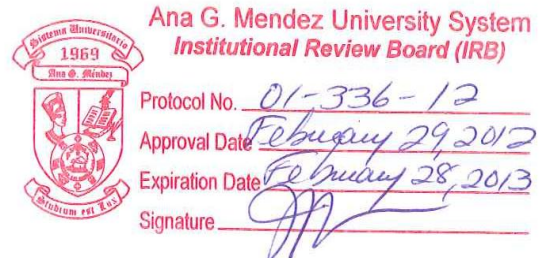
VII. Incentivo al Participante

No habrá incentivo a los participantes.

VIII. Privacidad y Confidencialidad

Su identidad será protegida, donde no se divulgará ningún comentario y/o respuesta de los participantes a sus superiores o la administración del municipio de Bayamón. Toda información o datos que pueda identificarle serán manejados confidencialmente según establecido por la ley (HIPAA). Para esto se tomarán las siguientes medidas de seguridad toda información recopilada por medio de grupo focal, se mantendrá confidencial, donde solamente tendrá acceso de la misma el investigador principal y su mentor. Solamente tendrá acceso el investigador y su mentor. tendrán acceso a los datos. La hoja de consentimiento podrá ser una manera de identificar al participante por lo que se tomarán las siguientes medidas: los datos serán almacenados en un archivo cerrado en la Escuela de Asuntos Ambientales bajo llave, donde solamente tendrá acceso el investigador y su mentor. por un periodo de cinco años y una vez concluya este estudio se tomará la siguiente acción será destruido en su totalidad.

Los resultados de esta investigación pueden ser publicados en revistas científicas o ser presentados en las reuniones médicas, pero la identidad suya no será divulgada. La información puede ser revisada por la Junta para la protección de Seres Humanos en la Investigación (IRB siglas en inglés) del Sistema Universitario Ana G. Méndez. El IRB del SUAGM es un grupo de



personas quienes realizarán la revisión independiente de la investigación según los requisitos de las regulaciones. Su información será mantenida tan confidencial como sea posible bajo la ley. Esta autorización servirá hasta el final del estudio, a menos que usted la cancele antes. Usted puede cancelar esta autorización en cualquier momento.

IX. Compensación por Daños

- En el caso de lesión física como resultado de su participación en este estudio de investigación, usted recibirá tratamiento médico, libre de costo, en el Hospital designado para cada Institución Primaria:
 1. Universidad Metropolitana y sus Centros Universitarios-Sala de Emergencia del Centro Médico de Río Piedras.
 2. Universidad del Este y sus Centros Universitarios-Hospital de la Universidad de Puerto Rico de Carolina.
 3. Universidad del Turabo y sus Centros Universitarios-Hospital HIMA de Caguas
- En caso de sufrir alguna lesión mental como resultado de su participación en esta investigación, tendrán disponible una evaluación inicial en su Institución Universitaria correspondiente. De ser necesario, será referido a su médico primario para tratamiento.
- El Sistema Universitario Ana G. Méndez no provee alternativa de pago u otra forma de compensación por posibles daños relacionados con participación en la investigación. Por ejemplo salarios no devengados, pérdida de tiempo invertido o sufrimiento. Ninguna forma de remuneración económica será otorgada directamente a usted. Sin embargo, al firmar esta forma de consentimiento no renuncia a sus derechos legales.

X. Participación Voluntaria

Su participación en este estudio es voluntaria. Usted puede decidir no participar sin penalidad alguna. De usted decidir participar, puede retirarse del estudio en cualquier momento sin ninguna penalidad ni pérdida de beneficios. Durante su participación en este estudio, el Investigador Principal o su representante pueden solicitar que se retire del mismo.

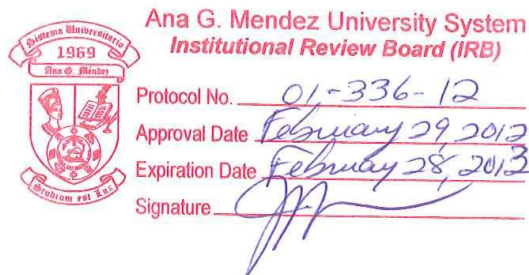
XI. Persona Contacto para Información

Si tiene alguna pregunta adicional sobre este estudio o sobre su participación en el mismo, o si entiende que ha sufrido alguna lesión por su participación en el estudio, usted puede comunicarse con:

Harry E. Marrero Philippi
Tel. 787-295-0676
correo electronico: hmarrero@email.suagm.edu

SUAGM_IRB_Consentimiento
Aprobado hasta 6/2010
Revisado 6/2009

Page 3 de 4



Si usted tiene alguna pregunta sobre sus derechos como participante del estudio, puede contactar al:

Sistema Universitario Ana G. Méndez
Oficina de Cumplimiento
Administración Central
Teléfono (787) 751-0178 exts. 7195-7197
E-mail: cumplimiento@suagm.edu

- [] Certifico que se me entregó copia de este consentimiento firmado
- [] Certifico que se me proveyó una copia del consentimiento, pero no es de mi interés

XII. Consentimiento

He leído la información de esta hoja de consentimiento, o me fue leído de manera adecuada. El contenido del estudio me fue explicado y todas las preguntas sobre el mismo han sido aclaradas.

Al firmar esta hoja acepto participar en el estudio y certifico que mi participación es voluntaria e informada.

Nombre del Participante
(Letra de Molde)

Firma del Participante

(mes/día/año)

Nombre del Investigador
(Letra de Molde)

Firma del Investigador

(mes/día/año)

*Si el participante del estudio es menor de 21 años, se requiere firma de uno de los padres o encargado, excepto en aquellos casos en que la investigación se considere una de riesgo mayor (45 CFR 46.408(b)).

Nombre del Padre
(Letra de Molde)

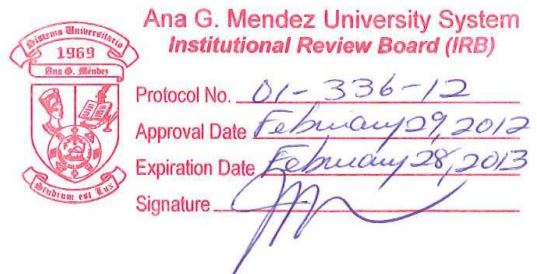
Firma del Padre

(mes/día/año)

Nombre del Madre
(Letra de molde)

Firma de la Madre

(mes/día/año)



**SISTEMA UNIVERSITARIO ANA G. MÉNDEZ
UNIVERSIDAD METROPOLITANA
ESCUELA DE ASUNTOS AMBIENTALES
HOJA DE CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPANTES DEL GRUPO FOCAL**

Agradecemos su participación voluntaria a nuestro grupo de diálogo sobre el control de fuentes dispersas en las instalaciones del Departamento de Transportación y Obras Públicas del municipio de Bayamón. Como resultado de nuestra entrevista con usted y con otros compañeros de trabajo, esperamos conocer mejor lo que piensan los empleados que laboran en estas instalaciones sobre el manejo de materiales que de ser manejados de manera inapropiada pudieran afectar la salud pública y el ambiente.

Esta investigación ha sido endosada por la administración del municipio de Bayamón y su honorable alcalde, en la que el investigador principal realizará la entrevista y toda información generada dentro de la misma será grabada y documentada. Cualquier información provista por usted y los demás participantes serán totalmente confidenciales y no habrá ninguna información provista por usted y/o cualquier otra que pueda identificarlo luego de la investigación. Esta investigación no presenta riesgo alguno para el participante, no tiene propósitos lucrativos, sino científicos y pretende crear una guía estratégica para el control de fuentes dispersas en las instalaciones donde usted labora. Los beneficios para el participante estarán relacionados con la colaboración con el mejoramiento de sus áreas de trabajo y la conservación del medio ambiente. Este Plan brindará beneficios futuros a la conservación del ambiente y la protección de la salud pública.

Esta entrevista dura aproximadamente (1) hora. La misma será grabada en cinta magnetofónica y será destruida luego de culminada la investigación conforme a lo descrito a los procedimientos descritos de la Oficina de cumplimiento del Sistema Universitario Ana G. Méndez. Lo que diga durante nuestra conversación se mantendrá bajo privacidad. Su información personal no aparecerá en ninguno de los informes, y luego de la entrevista no se le volverá a contactar.

Si está decidido a participar del grupo focal, le agradeceremos que llene la siguiente información. Se le entregará una copia de esta hoja de consentimiento.

*Yo _____, he tenido la oportunidad de leer el contenido de esta hoja y estoy de acuerdo en participar.

Firma: _____

Fecha: _____



**Ana G. Mendez University System
Institutional Review Board (IRB)**

Protocol No. 01-336-12
Approval Date February 29, 2012
Expiration Date February 28, 2013
Signature _____

