CARGA DIARIA TOTAL MÁXIMA
CUENCA DE RÍO GRANDE DE LOÍZA

COLIFORMES FECALES, COBRE,
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO /AMONIA

Versión en Español de la Original en Inglés

PROPUESTO: Enero 2007
ESTABLECIDO: Septiembre 2007
APROBADO POR EPA:
ADOPTADO POR JCA:

JUNTA DE CALIDAD AMBIENTAL DE PUERTO RICO
SAN JUAN, PUERTO RICO

CARGA DIARIA TOTAL MÁXIMA
CUENCA DE RIO GRANDE DE LOIZA

TABLA DE CONTENIDO

Sección	Título	Página
I.	**RESUMEN EJECUTIVO**	**I-1**
II.	**INTRODUCCIÓN**	**II-1**
III.	**TRASFONDO**	**III-1**
IV.	**ANÁLISIS DEL MODELO DE CUENCA, USO DE TERRENO, CALIDAD DE AGUA Y FUENTES DE CONTAMINACIÓN**	**IV-1**
V.	**TMDLS PARA COLIFORMES FECALES EN LA CUENCA DE RÍO GRANDE LOIZA**	**V-1**
	1.0 RÍO CAÑAS	**V-2**
	2.0 LOIZA ABAJO (2)	**V-15**
	3.0 LOIZA ABAJO (3)	**V-27**
	4.0 RÍO GURABO (4)	**V-37**
	5.0 RÍO BAIROA (5)	**V-48**
	6.0 LOIZA ABAJO (6)	**V-61**
	7.0 RÍO CAGUITAS (7)	**V-71**
	8.0 LOIZA ABAJO (8)	**V-82**
	9.0 RÍO GURABO (9)	**V-93**
	10.0 RÍO GUABO (10)	**V-105**
	11.0 RÍO TURABO (11)	**V-118**
	12.0 LOIZA ARRIBA (12)	**V-130**
	13.0 LOIZA ARRIBA (13)	**V-143**
	14.0 LOIZA ARRIBA (14)	**V-154**
	15.0 LAGO LOIZA (15)	**V-165**
VI.	**TMDLS PARA COBRE EN LA CUENCA DE RÍO GRANDE DE LOIZA**	**VI-1**
VII.	**TMDLS PARA OXÍGENO DISUELTO EN LA CUENCA RÍO GRANDE DE LOIZA**	**VII-1**

TABLA DE CONTENIDO (Continuación)

Sección Título Página

VIII. TMDLS PARA AMONIA EN LA CUENCA RÍO GRANDE DE LOIZA VIII-1

IX. PROGRAMA DE MONITORÍA - FASE 2 .....IX-1

LISTA DE APÉNDICES

DATA DE CALIDAD DE AGUA……A

FUENTES DE CONTAMINACIÓN……...B

PARÁMETROS DE MODELO DE CALIDAD DE AGUA……..C

INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA DE APOYO AL MODELO……D

I. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. General

Conforme a la Sección 305(b) de la Ley Federal de Agua Limpia (la Ley), el Estado Libre Asociado de Puerto Rico desarrolló el Informe Integrado 2004 305(b)/303(d) incluyendo el Inventario de Calidad de Agua de Puerto Rico y la Lista de Aguas Impactadas. Este informe emitido en versión final en mayo de 2004, sirve como base de los análisis y Carga Diaria Total Máximas (TMDL) presentadas con este documento.

La Sección 303(d) de la Ley requiere al Estado Libre Asociado de Puerto Rico identificar aquellos cuerpos de agua que, luego de aplicar las limitaciones de efluente basadas en la tecnología requeridas por la Ley, no alcanzan los estándares de calidad de agua. Estos cuerpos de agua han sido identificados como "calidad de agua limitada". La Sección 303(d) requirió el establecimiento de los TMDLs aprobados por la EPA que, al implantarse, alcanzarán los estándares de calidad de agua aplicables.

Los TMDLs para un contaminante representa la capacidad de carga del cuerpo de agua para ese contaminante en particular. Esto es la suma de la asignación de carga de contaminantes de una fuente precisa (WLA, por sus siglas en inglés) y la asignación de carga atribuibles a fuentes dispersas existentes (LA, por sus siglas en inglés), con un margen de seguridad (MS) incluido para explicar las ambigüedades.

En algunos casos, la determinación de la necesidad para preparar un TMDL en particular, fue complementada basándose en análisis adicionales que indicaban el no-cumplimiento con los estándares de calidad de agua. En otros casos, la necesidad de preparar un TMDL particular, se redujo a los resultados de los análisis de calidad de agua existente y los datos de las descargas. Estos análisis y modificaciones se resumen en la Sección IV de este informe.

En la Tabla I-1 se presenta la lista de cuerpos de agua impactados con la Unidad de Evaluación designada (UE), al igual que los parámetros (PDI)* para los cuales se recomiendan TMDL. Además se incluyen documentos de apoyo.

* El término Parámetros de Interés (PDI) y Contaminantes de Preocupación (CDP) se usan de forma intercambiable en este informe.

TABLA I-1
AGUAS IMPACTADAS DE LA LISTA DE 303(d), 2004

Cuerpo de Agua	Unidad de Evaluación	Tamaño del Cuerpo de Agua	PDI	Clasificación de las Aguas	Categoría
Río Grande Loiza	PRER0104b_00	12.3 millas	Coliformes fecales, arsénico, cianuro	SD	Alta
Río Gurabo	PRER0108b_00	18.6 millas	Coliformes fecales, arsénico, cobre, OD bajo	SD	Alta
Río Gurabo	PRER0108h_02	6.9 millas	Coliformes fecales	SD	Alta
Río Bairoa	PRER0109b_00	7.3 millas	Coliformes fecales, arsénico, cobre, cianuro	SD	Alta
Río Grande de Loíza	PRER0110b_00	16.2 millas	Coliformes fecales, arsénico, cobre, plomo, amonia, OD bajo, cianuro	SD	Alta
Río Grande de Loiza	PRER0110e_00	29 millas	Coliformes Fecales	SD	Alta
Río Grande de Loiza	PRER0110f_02	12.3 millas	Coliformes Fecales	SD	Alta
Río Grande de Loiza	PRER0110h_02	11.9 millas	Coliformes Fecales, OD bajo, Amonia	SD	Alta
Río Grande de Loiza	PRER0110i_03	12.3 millas	Coliformes Fecales	SD	Alta
Lago Loiza	PREL0105_00	713 acres	Bajo OD	SD	Bajo

Este informe recomienda que se establezca los TMDLs en la Cuenca del Río Grande de Loiza por fases. Las guías de la EPA relacionadas a los procesos de TMDL señalan que algunas aguas receptoras tienen problemas serios y complejos de calidad. Para estas aguas, la implantación de las estrategias de reducción de contaminantes debe ser de forma escalonada. Según las "Guía para las

Decisiones Basadas en Calidad de Agua: El Proceso TMDL; EPA/4-91-001; abril 1991," y específicamente establecido en el "Apéndice F, Procedimiento 3 de la Guía Final de Calidad de Agua para los Sistemas de los Grandes Lagos" (Registro Federal, 23 de marzo de 1995, Parte III, Agencia para la Protección Ambiental, 40CFR9, 122, 123, 131, 132).

> *"Los TMDLs como mínimo serán establecidos de acuerdo a los listados y prioridad según los procesos establecidos en la sección 303(d) del CWA y en 40CFR130.7. En aquellos lugares en que los estándares de la calidad de agua no se puedan cumplir inmediatamente, los TMDLs deberán asegurar que los estándares de calidad de agua serán alcanzados dentro un período de tiempo razonable. Algunos TMDLs pueden estar basados en alcanzar estándares de calidad de agua durante un término de tiempo, con la implantación por etEPAs de controles específicos sobre fuentes individuales. Determinando el período de tiempo razonable en el cual los estándares de calidad de agua deberán ser alcanzados, es una decisión de caso específico considerando un número de factores, incluyendo, pero sin limitarse a, características de agua recurrentes, persistencia, comportamiento y ubicación de los contaminantes de interés; tipo de actividades necesarias para la remediación; controles reglamentarios y no-reglamentarios disponibles; y requisitos individuales de Estado o Tribu para alcanzar los estándares de calidad de agua".*

1.2 TMDLs Incluidos

Los TMDLs recomendados e incluidos en este informe incluyen los siguientes Parámetros de Interés (PDI), en una variedad de localizaciones (unidades de evaluación) que se especifican en el contenido del informe.

1.2.1 Coliformes Fecales

La contaminación bacteriana causa el incumplimiento de los estándares de calidad de agua en nueve (9) de las Unidades de Evaluación (UE) de la cuenca. Tanto fuentes de contaminación precisadas como dispersas han sido identificadas como contribuyentes al problema en cada una de las UE. Se han identificado y recomendado en detalles medidas para corregir el problema en cada UE.

1.2.2 Cobre

Se ha identificado que el cobre excede los estándares de calidad de agua en tres (3) Unidades de Evaluación. Tanto fuentes de contaminación precisadas como dispersas han sido identificadas como contribuyentes al problema en cada una de las UE. Se han identificado y recomendado en detalles medidas para corregir el problema en cada UE.

1.2.3 Amoníaco Total

Se ha identificado que el amoníaco excede los estándares de calidad de agua en dos Unidades de Evaluación (ver Oxigeno Disuelto para otros lugares donde puede contribuir a violaciones de calidad de agua). Tanto fuentes de contaminación precisadas como dispersas han sido identificadas como contribuyentes al problema en cada una de las UE. Se han identificado y recomendado en detalles medidas para corregir el problema en cada UE.

1.2.4 DBO-DON Oxigeno Disuelto (Cuerpos de agua)

El oxígeno disuelto ha sido identificado por debajo del estándar de 5.0 mg/l en cuatro Unidades de Evaluación. Esto es causado por una combinación de factores incluyendo la Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO) y Demanda de Oxigeno Nitrogenado (DON). Además, durante períodos de bajo flujo se podría experimentar deficiencias de oxigeno disuelto debido a la sobre fertilización. Se efectuaron evaluaciones en cada una de las UE, determinando la demanda de oxigeno permitido, distribuyendolo entre el DBO y DON. Tanto fuentes de contaminación precisadas como dispersas han sido identificadas como contribuyentes al problema en cada una de las UE. Se han identificado y recomendado en detalles medidas para corregir el problema en cada UE. El análisis de la sobre fertilización será evaluado en futuros informes. (Ver recomendaciones Fase II).

II. INTRODUCCION

Los cuerpos de agua en la cuenca del Rio Grande de Loiza, según listados en la sección anterior, han sido identificadas como impactados. Este informe propone y provee documentos de apoyo para 24 TMDLs, que establece cargas permisibles de los PDIs aplicables a la unidad de evaluación identificada. Este documento de apoyo TMDL incluye métodos administrativos o planes de restauración para reducir las cargas de varias fuentes y poder alcanzar los estándares de calidad de agua aplicables. Las evaluaciones separadas de TMDL se presentan para cada PDI y UE en las siguientes secciones de este informe.

Este informe provee bases técnicas y recomendaciones en apoyo del establecimiento de TMDLs. Un TMDL se considerará "propuesto" cuando la Junta publique un Informe TMDL. Un TMDL se considera "establecido" cuando la Junta finalice el Informe TMDL luego de considerar los comentarios recibidos durante el período de comentarios públicos y formalmente lo somete a la EPA para revisión. Un TMDL es considerado "aprobado" cuando el TMDL es aprobado por EPA. El TMDL es considerado "adoptado" cuando el TMDL "aprobado" es adoptado por la Junta como una enmienda a su Plan de Manejo de Calidad de Agua.

III. TRASFONDO

Un TMDL representa la capacidad asimilativa o de carga de un cuerpo de agua, tomando en consideración los contaminantes de interés que provienen de las fuentes precisadas y dispersas, condiciones de trasfondo natural y extracción de aguas superficiales. Un TMDL cuantifica la cantidad de contaminante que un cuerpo de agua puede asimilar sin violar los estándares de calidad de agua y luego asigna dicha capacidad de carga a fuentes precisadas en la forma de asignaciones de carga de desperdicios (ACD), fuentes dispersas en la forma de asignaciones de carga (AC), y algunas dejadas a un lado como margen de seguridad (MS). Un TMDL identifica lo que contribuye con el problema de calidad de agua, fijando reducciones de carga de contaminantes y poder eliminarlos.

La Ley de Aguas Limpias bajo la Sección 303(d) requiere la identificación de "Aguas Impactadas" donde los usos designados no están en cumplimiento por la calidad de agua existente. Para dichas aguas, se requiere el establecimiento de un TMDLs. Para cumplir con este mandato, la Junta preparó una lista de aguas impactadas. La sección 305(b) de la Ley también requiere una evaluación e informe periódico sobre la calidad general de las aguas. Estos dos requisitos forman la base del Informe Integrado sobre el cual se ha desarrollado este informe.

La guía de la EPA fechada el 21 de julio de 2003, describe los requisitos estatutorios y reglamentarios para aprobación de los TMDLs. Este informe provee los siguientes componentes que atienden estas necesidades:

- Identificación de cuerpos de agua, categoría, contaminantes de preocupación y fuentes contaminantes.
- Descripción de estándares de calidad de agua aplicables y metas numéricas de calidad de agua.
- Capacidad de carga.
- Asignación de carga de desperdicios.
- Asignación de carga.
- Margen de seguridad.
- Variaciones estacionales según apropiado.
- Garantías razonables.
- Plan de monitoreo para rastrear la efectividad de los TMDLs.

- Recomendaciones del programa Fase II
- Recomendaciones de implantación**.**

IV. ANALISIS DE MODELAJE DE CUENCA, USO DE TERRENOS, PROBLEMAS DE CALIDAD DE AGUA Y FUENTES CONTAMINANTES

1.0 MODELAJE DE CUENCA, USO DE TERRENOS Y DELINEACION

La selección de un programa de computadora de simulación de modelaje para la cuenca del Rio Grande de Loiza fue conducida por una evaluación de funcionalidad técnica de los modelos disponibles, bases de datos disponibles y especificaciones del usuario. Cada aplicación de modelo tiene requisitos específicos para entrar la data, tanto data espacial digital (suelos, terrenos, extensión del cuerpo de agua, etc.) y data tabular de parámetros de serie cronológica (lluvia, temperatura, PET, etc.). Algunos modelos requieren baja resolución, data agrupada, mientras que otros asumen que data de alta resolución para toda el área de estudio está disponible. El equipo de proyecto balanceó estos dos elementos al seleccionar el modelo. Finalmente, las especificaciones del usuario fueron un factor determinante al hacer la selección para que los resultados y bases de datos compilados en este esfuerzo de modelaje fueran consistentes con otros esfuerzos en progreso.

El análisis de la cuenca efectuado requería:

- Una hora de tiempo para la entrada de data y modelo resultante para los parámetros de cantidad y calidad.
- Habilidad para variar las fuentes de carga a la cuenca o elementos específicos del cuerpo de agua
- Habilidad para informar sobre captación o sub-captaciones indicadas.
- Modelaje complejo del lavado en el uso de terrenos y carga de contaminantes.
- Tratamiento del flujo base de la cuenca, intercepción y evapo-transpiración.
- Modelaje de transportación de contaminante en el cuerpo de agua.

Estos requisitos aplican porque el área del proyecto de la cuenca está localizado en una región tropical, que tiene un régimen específico de precipitación y temperatura. Es esencial que el modelo pueda correctamente modelar lluvias intensas en ambientes cálidos y capturar la conducta de aguas subterráneas dadas las condiciones del suelo existentes. Estos factores son significativos al generar flujos de agua precisos de la cuenca y la variabilidad significativa que puede ocurrir por hora. Estos requisitos de modelo también vinculan la funcionalidad del modelo de utilizar los datos más

detallados disponibles del cuerpo de agua, terreno, cubierta de terreno, suelo y datos de clima.

El Programa de Simulación de Carga de EPA C++ (PSC) cumple todos los requisitos arriba mencionados y al presente utilizado en otros proyectos de TMDL que están en proceso. El PSC es un sistema de modelaje de cuenca que incluye un subconjunto de la funcionalidad del "Hydrologic Simulation Program Fortran" (HSPF). HSPF es uno de los modelos de cantidad/calidad de agua más exitosos y ampliamente utilizados en el dominio público. Incluye elementos para simular hidrología, sedimentación y calidad de agua general en tierra, al igual que un modelo simplificado de transporte de agua. Una característica clave del manejo de data de este sistema es que utiliza una base de datos de Microsoft Access para manejar data de modelos y archivos de texto de clima para el manejo de la simulación. El sistema también contiene un modulo para asistir en el cálculo de TMDL y las asignaciones de fuentes. Para cada corrida de modelo, automáticamente genera salida de archivos de texto por sub-cuenca para todas las cEPAs de suelo, extensión y simulación de módulos, que pueden ser expresados en intervalos por hora o diarios. La arquitectura programática Visual C++ provee una interfase gráfica del usuario (GUI, por sus siglas en inglés)

LSPC fue diseñado para manejar aplicaciones de modelaje de cuencas de gran escala. Utilizando la extensión del Sistema de Caracterización de Cuenca (SCC), si las bases de datos apropiadas están disponibles, aligera la estructuración y ejecución del modelo. El sistema está hecho para representación de fuente y cálculo de TMDL. LSPC incluye una interconexión GIS, compatible con archivos de formato ArcView que actúa como el centro de control para lanzar los escenarios de modelo de cuencas.

La cuenca del Rio Grande de Loiza fue delineada en 15 sub-cuencas (Ver Figura IV-1) utilizando la herramienta de delineación automática contenida dentro de Programa de Cuencas (Basins). El método utiliza el modelo de elevación digital (MED) de la cuenca a lo largo de la red del río para delinear toda la cuenca en un número de cuencas más pequeñas. Las sub-cuencas no fueron independientemente verificadas contra otras fuentes de data tal y como Digital Raster Graphics (DRGs), pero fueron basadas en comparaciones visuales a los mapas topográficos del USGS. Las diferencias entre la demarcación de la cuenca y las sub-cuencas delineadas, están basadas en la data del modelo de elevación digital (MED), son pequeñas y comprenden aproximadamente 3% del área de drenaje de la cuenca. Al grado que existan errores menores en el

área de drenaje de la sub-cuenca, podrían también existir errores menores en las cargas de la sub-cuenca. La delineación final de la cuenca del Rio Grande de Loiza se presenta en la Figura IV-1 junto con las estaciones de monitoreo de USGS y JCA, red del río y las cuencas del LSPC. Para la caracterización de uso de terreno de la cuenca, se utilizó una imagen de ERDAS. La imagen contenía un total de 33 categorías de uso de terrenos. Para propósito de modelaje, estas categorías fueron agrupadas en cinco categorías principales de uso de terrenos. La Tabla IV-1 indica todos los códigos de uso de terrenos de 33 ERDAS, sus descripciones, sus correspondientes grupos de uso de terrenos LSPC (LSPC LU Codes), y descripciones de cada grupo principal. La Tabla IV-2 presenta el nombre de la cuenca, número y uso de terrenos en acres. La Tabla IV-3 resume el uso de terreno dentro del área de drenaje para toda la cuenca del Rio Grande de Loiza. La Figura IV-2 indica el uso de terreno y segmentos de cuenca. El área total de drenaje es 126,514 acres (198 millas cuadradas) con porcientos de uso de terrenos de aproximadamente 35% bosque, 5% agrícola, 11% urbano y 49% pasto.

Figura IV – 1

Término en Inglés	Término en Español
NCDC COOP Weather	NCDC COOP Tiempo
EQB Stations	Estaciones EQB
USGS Water Quality (WQ)	Calidad de Agua USGS (WQ)
USGS Flow/WQ	Flujo/WQ USGS
USGS Flow	Flujo USGS
Subwatersheds	Sub-Cuencas
Hydrology	Hidrología
Category 3	Categoría 3
Category 5/303(d)	Categoría 5/303(d)
Watershed Boundary	Límites de la Cuenca
Lakes/Main Stream	Lagos/Ríos Proncipales
Municipal Boundaries	Límites Municipaless

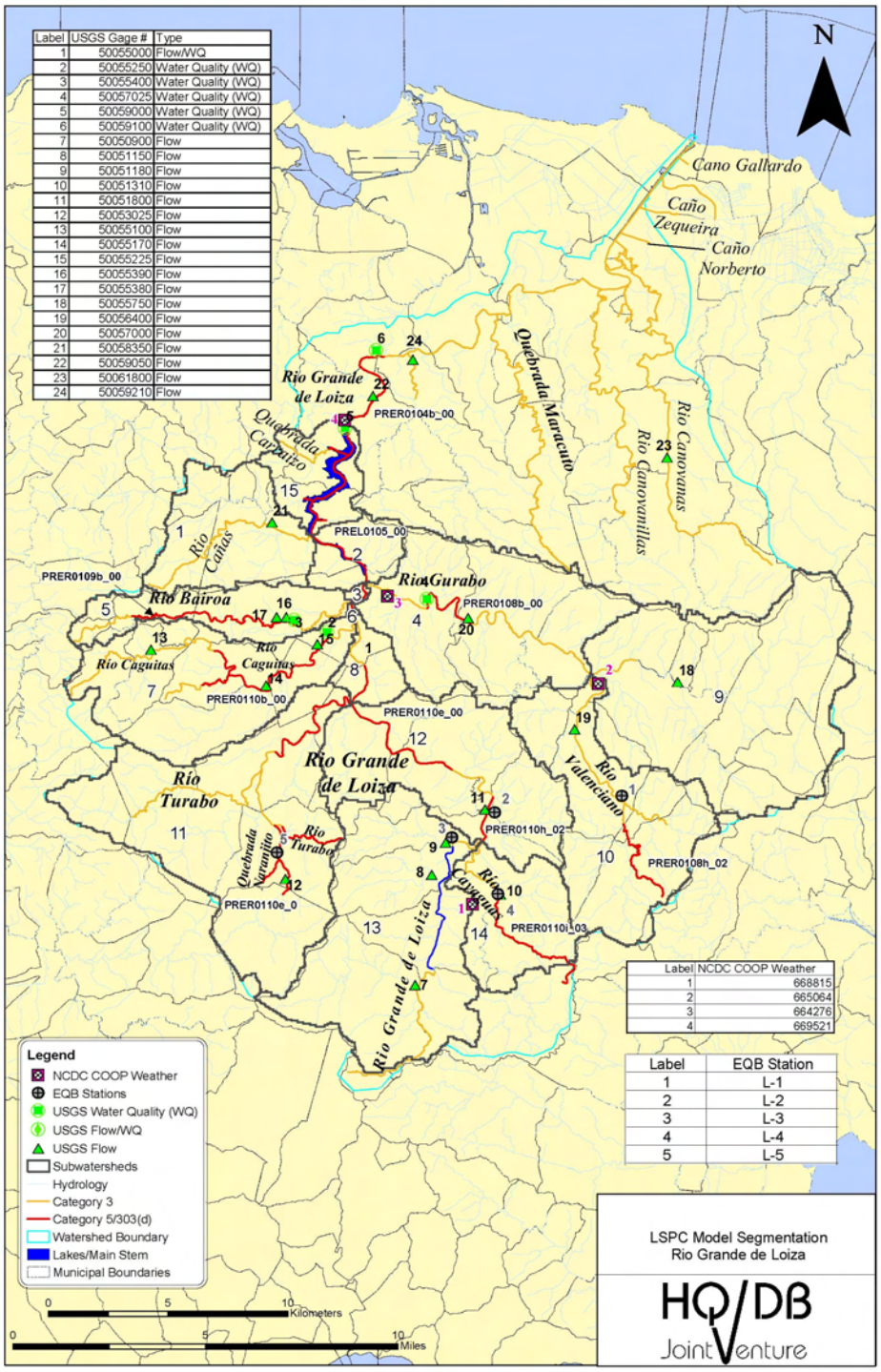

N
Label | USGS Gage # | Type
1 | 50055000 | Flow/WQ
2 | 50055250 | Water Quality (WQ)
3 | 50055400 | Water Quality (WQ)
4 | 50057025 | Water Quality (WQ)
5 | 50059000 | Water Quality (WQ)
6 | 50059100 | Water Quality (WQ)
7 | 50050900 | Flow
8 | 50051150 | Flow
9 | 50051180 | Flow
10 | 50051310 | Flow
11 | 50051800 | Flow
12 | 50053025 | Flow
13 | 50055100 | Flow
14 | 50055170 | Flow
15 | 50055225 | Flow
16 | 50055390 | Flow
17 | 50055380 | Flow
18 | 50055750 | Flow
19 | 50056400 | Flow
20 | 50057000 | Flow
21 | 50058350 | Flow
22 | 50059050 | Flow
23 | 50061800 | Flow
24 | 50059210 | Flow
Cano Galtardo
Caño Zequeira
Caño Norberto
Quebrada Maracuto
Río Canovanas
Río Canovanillas
Río Grande de Loiza
Quebrada Carraizo
PRER0104b_00
PREL0105_00
PRER0109b_00
Río Cañas
Río Gurabo
PRER0108b_00
Río Bairoa
Río Caguitas
PRER0110b_00
PRER0110e_00
Río Grande de Loiza
Río Turabo
Quebrada Naranjito
PRER0110e_0
PRER0110h_02
Río Valenciano
PRER0108h_02
Río Cagüitas
PRER0110i_03
Label | NCDC COOP Weather
1 | 668815
2 | 665064
3 | 664276
4 | 669521
Label | EQB Station
1 | L-1
2 | L-2
3 | L-3
4 | L-4
5 | L-5
Legend
NCDC COOP Weather
EQB Stations
USGS Water Quality (WQ)
USGS Flow/WQ
USGS Flow
Subwatersheds
Hydrology
Category 3
Category 5/303(d)
Watershed Boundary
Lakes/Main Stem
Municipal Boundaries
0 5 10 Kilometers
0 5 10 Miles
LSPC Model Segmentation
Rio Grande de Loiza
HQ/DB
Joint Venture

TABLA IV-1
CODIGOS DE USO DE TERRENOS (UTs)
RIO GRANDE DE LOIZA

CODIGO ERDAS UTS	Descripción ERDAS	Codigo LSPC UT	Descripción LSPC
1	**Bosque tierra baja semi-caedizo seco**	3	Bosque
2	**Terreno arboleado/arbusto semi-caedizo seco**	3	Bosque
3	Bajial mixto hoja perenne seco sequía-caedizo terrenos de arbustos con zumientos	3	Bosque
4	Hoja perenne estacional seco y húmedo mezclado, bosque “sclerophyllous”	3	Bosque
5	Terreno bajial de arbustos húmedos hoja perenne hemisclrophylous	3	Bosque
8	Bajial de bosque húmedo de palmeras de coco	3	Bosque
9	Bajial de bosque húmedo semi-caedizo	3	Bosque
10	Bajial de bosque/arbustos húmedos semi-caedizos	3	Bosque
11	Bajial de bosque estacional húmedo de hoja perenne y semi-caedizo	3	Bosque
12	Bajial de bosque/arbustos húmedos de hoja perenne y semi-caedizo	3	Bosque
13	Sub-montaña y baja montaña bosque sclerophyllous de hoja perenne mojadas	3	Bosque
14	Bosque/arbustos mojados de hoja perenne sclerophyllous sub-montaña y baja montaña	3	Bosque
15	Bosque de hoja perenne mojada sub-montaña	3	Bosque
16	Cafe de sol/sombra activa, sub-montaña y baja montaña bosque/arbustos mojados	3	Bosque
17	Cafe de sombra activo/abandonado y bosque/arbustos mojados y sub-montaña y baja montaña	3	Bosque
18	Bosque de hoja perenne de baja montaña - bosque alto y de palmeras de nube	3	Bosque
19	Bosque de hoja perenne de baja montaña - bosque de palmeras de nube y elfin	3	Bosque
20	Bosque mojado de hoja perenne de baja montaña - bosque de palmeras de nube y elfin	3	Bosque
21	Terreno de arbustos enanos de hoja de perenne y vegetación forb de inundación por subida de nivel de agua	3	Bosque

CODIGO ERDAS UTS	Descripción ERDAS	Codigo LSPC UT	Descripción LSPC
22	Bosques lluviosos estacionalmente inundados	3	Bosque
23	Terreno de arbustos enanos de hoja de perenne y vegetación forb	3	Bosque
24	Otros humedales emergentes (incluyendo pastizaleszals estacionalmente inundadas	7	Humedales
25	Tierras bajas y marismas	7	Humedales
26	Pastizales	4	Pastizales
27	Agricultura/heno	2	Sembradío
28	Agricultura	2	Sembradío
29	Urbana y tierra yerma	6 & 20	Urbana
30	Arena y piedra	6 & 20	Urbana
31	Canteras	6 & 20	Urbana
32	Arena y piedra	6 & 20	Urbana
33	Agua	1	Agua

TABLA IV-2
RIO GRANDE LOIZA
INFORMACIÓN DE SUB-CUENCA

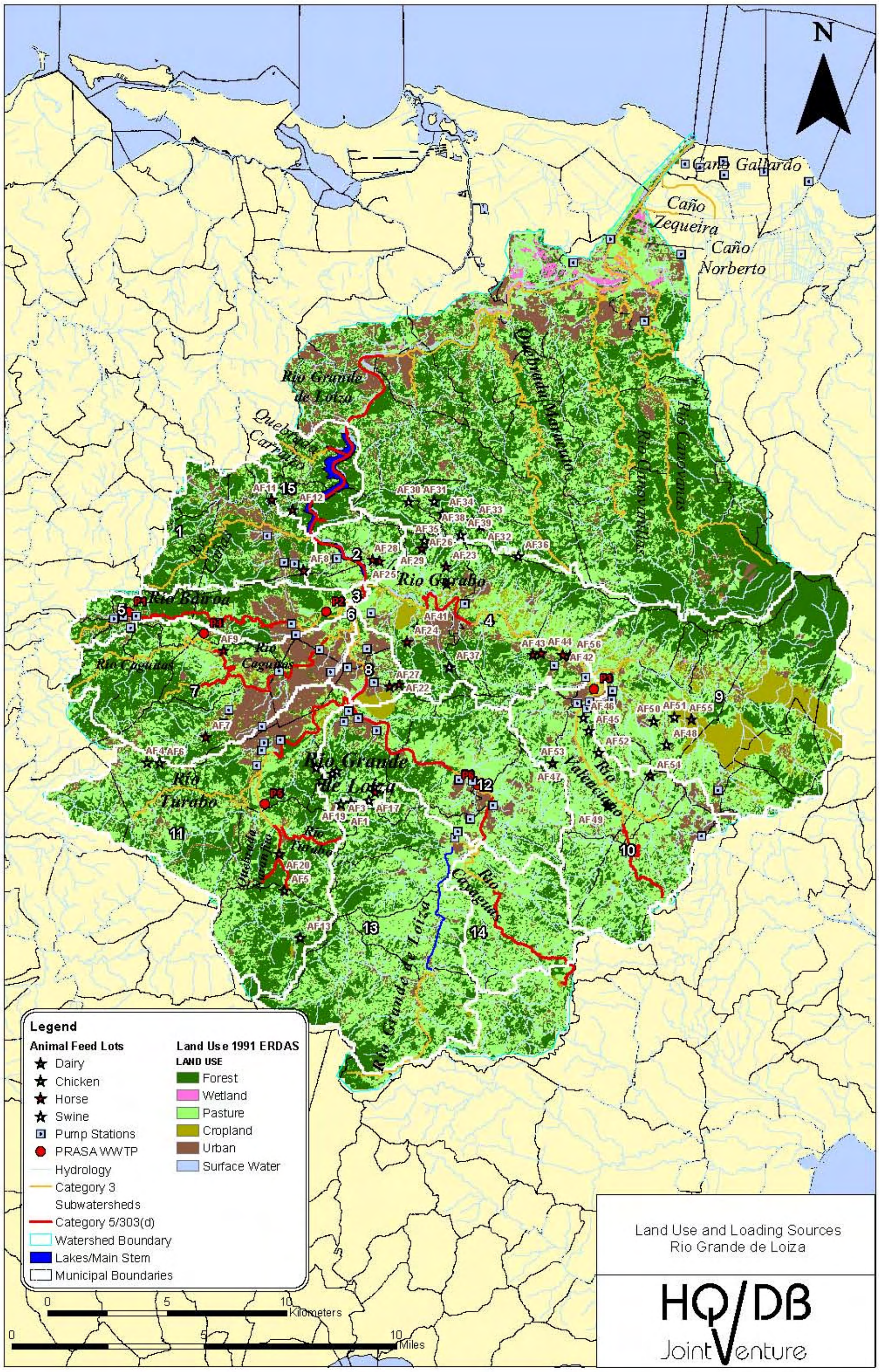
Número de Cuenca	Nombre de Cuenca	Sembradío	Bosque	Pastizal (AFOs)	Urbana	Humedales	Total
1	Rio Canas	156.95	3852.94	1551.65	1070.54	0	6632.08
2	Loiza abajo (2)	39.48	765.72	1395	176.48	0	2376.68
3	Loiza abajo (3)	8.22	56.1	74.54	3.44	0	142.3
4	Rio Gurabo	916.77	4412.81	6456.1	1460.44	0	13246.12
5	Rio Bairoa	90.71	2557.2	1303.83	974.52	0	4926.26
6	Loiza abajo (6)	1.37	8.61	31.65	0	0	41.63
7	Rio Caguitas	291.24	4407.26	3850.61	2742.14	0	11291.25
8	Loiza abajo (8)	205.94	182.18	531.11	763	0	1682.23
9	Rio Gurabo (9)	3431.68	6293.92	8369.7	1281.36	12.81	19389.47
10	Rio Gurabo (10)	38.29	1789.23	8461.12	1315.08	0	11604.72
11	Rio Turabo	242.76	8550.46	7829.58	1976.28	0	18599.08
12	Loiza arriba (12)	280.93	3470.92	6714.96	1300.1	0	11766.91
13	Loiza arriba (13)	66.41	5414.66	9727.86	848.24	0	16057.17
14	Loiza arriba (14)	20.92	1119.69	4182.46	202.18	0	5525.25
15	Lago Loiza	0	1989.17	922.62	316.08	5.83	3,233.7
Total		5,792.67	44,870.87	61,02.79	14,429.88	18.64	126,514.9

TABLA IV-3
USO DE TERRENOS LSPC EN LA CUENCA DE LOIZA

Tipo de Uso de Terreno	Area (acres)	Porcentaje (%)
Agrícola	5,793	4.6
Bosque	44,871	35.5
Pasto	61,403	48.5
Urbana	14,430	11.4
Humedales	19	0.01
Total	126,515	

Figura IV – 2

Término en Inglés	Término en Español
Dairy	Vaquerías
Chicken	Avícolas
Horse	Caballos
Swine	Porquerizas
Pump Stations	Estaciones de Bomba
PRASA WWTP	Plantas de Tratamiento de la AAA
Forest	Bosques
Wetland	Humedales
Pasture	Pastizales
Cropland	Sembradios
Urban	Urbana
Surface Water	Agua Superficial
Subwatersheds	Sub-Cuencas
Hydrology	Hidrología
Category 3	Categoría 3
Watershed Boundary	Límites de la Cuenca
Lakes/Main Stream	Lagos/Ríos Proncipales
Municipal Boundaries	Límites Municipaless


N
Caño Gallardo
Caño Zequeira
Caño Norberto
Rio Grande de Loiza
Rio Gurabo
Rio Bairoa
Rio Caguitas
Rio Turabo
Rio Grande de Loiza
Legend
Animal Feed Lots
Dairy
Chicken
Horse
Swine
Pump Stations
PRASA WWTP
Hydrology
Category 3
Subwatersheds
Category 5/303(d)
Watershed Boundary
Lakes/Main Stem
Municipal Boundaries
Land Use 1991 ERDAS
LAND USE
Forest
Wetland
Pasture
Cropland
Urban
Surface Water
0
5
10
Kilometers
0
5
10
Miles
Land Use and Loading Sources
Rio Grande de Loiza
HQ/DB
Joint Venture

2.0 PROBLEMAS DE CALIDAD DE AGUA

La Sección 1.0, Tabla I-1 provee las Aguas Impactadas de la Lista 303 (d) del 2004. Las listas proveen los Parámetros de Interés (PDI) para los cuales los TMDLs deben ser desarrollados para cada unidad de evaluación. La tabla presenta el cuerpo de agua listado, unidad de evaluación, tamaño del cuerpo de agua y PDI. Para la Cuenca del Rio Grande de Loiza, el parámetro de coliformes fecales se lista para cada cuerpo de agua excepto para el Lago Loiza, el cual está en la lista por bajo oxigeno disuelto. Los restantes PDI son arsénico, cianuro, cobre, plomo, amoníaco y bajo oxígeno disuelto (OD). La Figura IV-3 presenta las aguas impactadas (Categoría 5) en rojo, junto con los limites municipales y de la cuenca, estaciones de monitoreo y la hidrología de cada cuenca.

Una revisión de la data de efluente reportada de las aguas usadas de las plantas de tratamiento de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), fue corroborada con inspecciones de campo de cada una. El propósito era identificar los parámetros que podrían ser candidatos como PDI potenciales además de aquellos que surgieran de la evaluación de la lista de cuerpos de aguas impactadas. Los limites permitidos y los valores de descarga 2004 fueron analizados para los parámetros de descarga que exhibiera un patrón consistente de excedencia de los limites permitidos. Donde esto se encontró, fueron clasificados en: (1) Se utilizaron y pudieron contribuir a la violaión parámetros donde los Niveles de Métodos de Detección eran mayores que los valores de descarga permitida (arsénico, plomo, cadmio y sulfuro) y (2) parámetros que parecen estar consistentemente violando los limites de descarga permitidos en una base extendida (fosforo, cobre, mercurio, coliforme (total y fecal) y amoníaco).

La Tabla IV-4 provee un listado comprensivo de los PDI que fueron estudiados y la razón para incluir el PDI.

TABLA IV-4
CONTAMINANTES DE INTERES

PDI	Clase SD ECA	Razón para Incluirse
Amoníaco	1 mg/l en lubicaciones especificadas**	Lista 303(d) Cumplimiento con NPDES
Arsénico	0.18 ug/l	Lista 303(d) Método Nivel de Detección
Cobre	$e^{(0.8545 \times \ln(\text{dureza}) - 1.702)}$ ug/l	Lista 303(d)
Cianuro	5.2 ug/l	Lista 303(d)
OD	No menos de 5 mg/l excepto cuando las condiciones naturales causan que el OD este por debajo de este valor	Lista 303(d)
Coliformes Fecales	Media geométrica de 200 col/100 mL (por lo menos 5 pruebas) con no más de 20% de las pruebas excediendo 400 col/100 mL	Lista 303(d) Cumplimiento con NPDES
Coliformes Totales	La media geométrica de coliformes de una serie de pruebas representativas (por lo menos 5 pruebas) de las aguas tomadas secuencialmente no excederá 10000 colonias/100 ml de los coliformes totales	Cumplimiento con NPDES
Plomo	$e^{(1.273 \times \ln(\text{dureza}) - 4.705)}$ ug/l	Lista 303(d) Método Nivel de Detección
Selenio	5.0 ug/l	Lista 303(d)
Surfactantes	100 ug/l (como MBAS - sustancias activas azul de metileno identificadas por Métodos Estándar como Surfactantes Anionicos)	Lista 303(d) (Cuenca La Plata solamente)
Cadmio	$e^{(0.7852 \ln(\text{dureza}) - 2.715)}$ ug/l	Cumplimiento con NPDES Método Nivel de Detección
Sulfuro	2.0 ug/l	Cumplimiento con NPDES Método Nivel de Detección
Fósforo	1.0 mg/l	Cumplimiento con NPDES

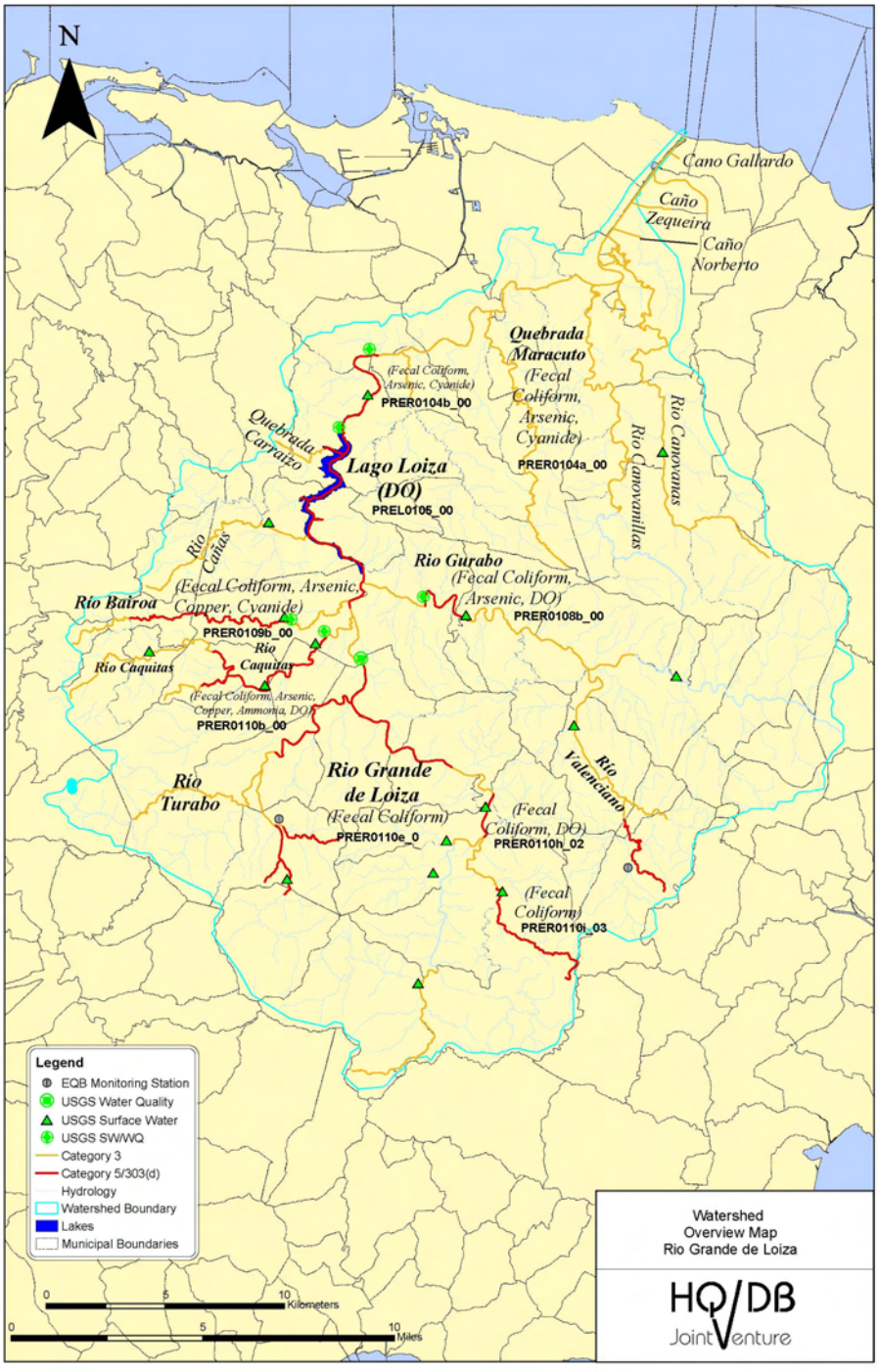
PDI	Clase SD ECA	Razón para Incluirse
Mercurio	0.050 ug/1/0.12 ug/1***	Cumplimiento con NPDES
Sedimento Limpio	---	USEPA

*
Rio Bairoa - Latitud 18-15-28 y Longitud 66-02-13
Rio Caguitas - Latitud 18-15-11 y Longitud 66-01-26

**
Criterios de Regla Tóxica Nacional

FIGURA IV – 3

Término en Inglés	Término en Español
EQB Monitoring Stations	Estaciones de Muestreo de EQB
USGS Water Quality	Calidad de Agua USGS
USGS Surface Water	Agua Superficial USGS
USGS SW/WQ	USGS SW/WQ
Category 3	Categoría 3
Category 5/303(d)	Categoría 5/303(d)
Hydrology	Hidrología
Watershed Boundary	Límites de la Cuenca
Lakes	Lagos
Municipal Boundaries	Límites Municipaless


N
Cano Gallardo
Caño Zequeira
Caño Norberto
Quebrada Maracuto (Fecal Coliform, Arsenic, Cyanide)
PRER0104a_00
(Fecal Coliform, Arsenic, Cyanide)
PRER0104b_00
Quebrada Carraizo
Lago Loiza (DO)
PREL0105_00
Rio Canovanas
Rio Canovanillas
Rio Cañas
Rio Gurabo (Fecal Coliform, Arsenic, DO)
PRER0108b_00
Rio Bairoa (Fecal Coliform, Arsenic, Copper, Cyanide)
PRER0109b_00
Rio Caquitas
Rio Caquitas
(Fecal Coliform, Arsenic, Copper, Ammonia, DO)
PRER0110b_00
Rio Turabo
Rio Grande de Loiza (Fecal Coliform)
PRER0110e_0
Rio Valenciano
(Fecal Coliform, DO)
PRER0110h_02
(Fecal Coliform)
PRER0110i_03
Legend
EQB Monitoring Station
USGS Water Quality
USGS Surface Water
USGS SW/WQ
Category 3
Category 5/303(d)
Hydrology
Watershed Boundary
Lakes
Municipal Boundaries
0 5 10 Kilometers
0 5 10 Miles
Watershed
Overview Map
Rio Grande de Loiza
HQ/DB
Joint Venture

Se efectuó una revisión comprensiva de la data sobre calidad de agua del USGS y la Junta de Calidad Ambiental (JCA) y de la data de monitoría de la red de fuentes dispersas para los PDIs identificado. El Apendice A incluye una serie de planos que son útiles para interpretar la data. La data de calidad de agua del USGS y flujo de ríos se presentan como planos cronológicos para los 10 años más recientes de la data disponible (1994-2003). Además, la data de calidad de agua del USGS y la JCA en las estaciones USGS son presentadas en un plano cronológico para demostrar tendencias temporales y anuales sobre el período de cinco (5) años disponible (2001-2005). También se presenta data como distribuciones probables para demostrar cumplimiento con los estándares de calidad de agua y las diferencias entre las dos datas. La data de calidad de agua de la JCA en las estaciones de la JCA contiene data compilada del 1997 al 2004, pero no incluye metales, cianuro o data de surfactantantes. Esta data de calidad de agua es también presentada en el mismo formato. El Apéndice A incluye los planos. Del análisis de calidad de agua, la Tabla IV-5 presenta los PDIs y las Unidades de Evaluación donde se desarrollaran los TMDLs y las recomendaciones para las Unidades de Evaluación donde los TMDLs no están siendo desarrollados al presente.

TABLA IV-5
RESUMEN TMDL
PARA TODO 303(D) Y OTROS CONTAMINANTES
CUENCA DEL RIO GRANDE DE LOIZA

PDIs	Razones para Incluirlos	Segmentos Listados 303(d)	TMDLs ha ser desarrollado	Razón para el No TMDL
Amonia	Lista 303(d) Cumplimiento NPDES	Rio Caguitas (110b_00) Rio Grande de Loiza (110h_02) Rio Bairoa (109b_00) - (añadido)	Si No Si	La data de la calidad de agua ambiental muestra violaciones de amonia solamente en el Rio Bairoa y el Rio Caguitas. El Rio Grande de Loiza (110h_02) no tiene estándar para calidad de agua de amonia. La Planta de Tratamiento de Aguas Usadas de San Lorenzo (la instalación que ocasionalmente no cumple con su limite permitido para amonia) descarga aguas abajo de este segmento (110h_02). Además, la estación de monitoreo de la JCA L-2 que muestra violaciones de OD está localizada en la Quebrada Sin Nombre, no El Rio Grande de Loiza. Se realizará un TMDL para OD en la Quebrada sin nombre.
Arsénico	Lista 303(d)	Rio Grande Loiza (104b_00) Rio Gurabo (108b_00) Rio Bairoa (109b_00) Rio Caguitas (110b_00)	No No No No	La data de muestreo de calidad de agua ambiental efectuada por EPA en octubre 2005 mostró niveles de arsénico con registros de aproximadamente 0.6ug/l a 1.5 ug/l. Esta data tiende a confirmar la presunción basada en la data de calidad de agua ambiental del USGS y la JCA (niveles de detección exceden el estándar) que reflejan violación del estándar de arsénico en la calidad de agua en los segmentos listados. El muestreo de EPA encontró sin embargo, que los niveles detectados aguas arriba de cualquier planta de tratamiento u otra fuente de contaminación precisada o dispersa identificable son realmente mayores (en todos menos un caso) que los niveles que estan siendo descargados por las

PDIs	Razones para Incluirlos	Segmentos Listados 303(d)	TMDLs ha ser desarrollado	Razón para el No TMDL
				plantas de tratamiento de AAA. El arsénico EPArenta estar presente en el agua como resultado de su presencia en los suelos ya sea como substancia que ocurre naturalmente o el producto de practicas de agrícolas anteriores. El desarrollo de TMDL de arsénico en este momento no produciría productos finales significativos ya que las fuentes disperas EPArentan estar causando las violaciones en el cuerpo de agua. Recomendamos que un programa de rastreo y monitoreo sea parte de la Fase 2 del programa TMDL.
Cobre	Lista 303(d) Cumplimiento con NPDES	Rio Bairoa (109b_00) Rio Caguitas (110b_00) Rio Gurabo (108b_00)	Si Si No	Para el segmento del Rio Gurabo, la revisión de la data de calidad de agua ambiental de la JCA muestra los valores al nivel de detección y por debajo del estándar de calidad de agua. Este segmento deberá ser removido de la lista.
Cianuro	Lista 303(d)	Rio Grande de Loiza (104b_00) Rio Bairoa (109b_00) Rio Caguitas (110b_00)	No No No	La revisión de la data de calidad de agua ambiental de la JCA muestra los valores al nivel de detección sobre el estándar de calidad de agua (ECA). La data de cumplimiento de las Planta de Tratamiento de Aguas Usadas demuestra exceso de los ECA por el efluente. Recomendamos el monitoreo para determinar si el estándar esta siendo violado como parte de la Fase 2 del TMDL.
OD	Lista 303(d)	Rio Gurabo (108b_00) Rio Caguitas (110b_00) Lago Loiza	Si Si	Para el Lago Loiza se debe desarrollar un TMDL para fósforo para producir un nivel trófico aceptable que eliminará las violaciones narrativa de los ECA y alcanzar niveles de OD aceptables.

PDIs	Razones para Incluirlos	Segmentos Listados 303(d)	TMDLs ha ser desarrollado	Razón para el No TMDL
		(105_00) Rio Grande de Loiza (110h_02 Quebrada sin Nombre (añadida) Rio Bairoa (109b_00) añadido	No No Si Si	La estación de monitoreo L-2 de la JCA está localizada en la Quebrada Sin Nombre. Una revisión de la data de calidad de agua ambiental muestra violaciones de oxigeno disuelto en la Quebrada Sin Nombre no en el Rio Grande de Loiza (110h_02).
Coliformes Fecales	Lista 303(d) Cumplimiento con NPDES	Rio Gurabo (108b_00) Rio Gurabo (Valenciano) (0108h_02) Rio Bairoa (109b_00) Rio Caguitas (110b_00) Rio Grande de Loiza (110e_02) Rio Grande de Loiza (Turabo) (110f_02) Rio Grande de Loiza (110h_02) Rio Grande de Loiza (110i_03) Rio Grande de Loiza (104b_00) La Cuenca del Rio Grande de Loiza fue	Si Si Si Si Si Si Si Si Si No	La Unidad de Evaluación del Rio Grande Loiza (104b_00) es aguas abajo del Lago Loiza y no es parte del alcance de este estudio.

PDIs	Razones para Incluirlos	Segmentos Listados 303(d)	TMDLs ha ser desarrollado	Razón para el No TMDL
		dividida en 15 subcuencas. El modelo de cuenca muestra coliformes fecales excediendo los estándares de calidad de agua a lo largo de la cuenca. Siete		
		(7) sub-cuencas han sido añadidas incluyendo el Lago Loiza (PREL0105_00) . 15 UEs de Categoria 3 están localizadas en las 15 subcuencas.		
Coliformes Totales	Cumplimiento con NPDES	N/A	No	Los coliformes totales serán atendidos mediante la implantación de controles para el TMDL de coliformes
Plomo	Lista 303(d) Método Nivel de Detección	Rio Caguitas (110b_00)	No	La revisión de la data de calidad de agua ambiental de la JCA muestra los valores de niveles de detección. El muestreo de EPA utilizando técnicas limpias resultó en niveles de detección menores y por debajo del estándar de calidad de agua. Además, no existen fuentes precisadas en este segmento para lo cual un WLA podría ser desarrollado. Se recomienda un muestreo y que se elimine de la lista como parte de la Fase 2 del TMDL.
Cadmio	Cumplimiento con NPDES	N/A	No	La revisión de la data de calidad de agua ambiental de la JCA muestra los valores de niveles de detección y

PDIs	Razones para Incluirlos	Segmentos Listados 303(d)	TMDLs ha ser desarrollado	Razón para el No TMDL
				por debajo del estándar de calidad de agua. Los asuntos de cumplimiento de NPDES son métodos de detección de niveles relacionados. No se recomienda acción adicional.
Sulfuro	Cumplimiento con NPDES Método de Niveles de Detección	N/A	No	La revisión de la data de calidad de agua ambiental de la JCA muestra valores de nivel de detección mayores a los ECA. Todas las plantas de tratamiento de aguas usadas muestran descargas que están en o por debajo de la ECA. No se recomienda acción adicional.
Fósforo	Cumplimiento NPDES	N/A	Si	Los controles limitantes de fósforo deberan ser localizados en todas las fuentes aguas arriba de los lagos como parte de un TMDL, ayudando a producir niveles tróficos del lago aceptables, lo que eliminará las violaciones narrativas de los ECA y alcanzará niveles OD aceptables.
Mercurio	Cumplimiento con NPDES	N/A	No	La revisión de la data de calidad de agua ambiental de la JCA muestra mayormente valores a niveles de detección y siempre por debajo de los estándares de calidad de agua.
Sedimento Limpio	USEPA	N/A	No	El desarrollo de un TMDL para sedimento está más allá del alcance de este estudio. Sin embargo deberá ser evaluada la necesidad y opciones de control de sedimentos para el lago. Recomendamos que se desarrolle un TMDL de sedimentos como parte de la Fase 2 del programa TMDL.

3.0 FUENTES CONTAMINANTES

La Figura IV-2 muestra el uso de terreno y los modelos de segmentos. Todas las descargas de fuentes precisadas del Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes (NPDES) y los NPDES "non-filers" se muestran en la Figura IV-4. Las estaciones de bombeo de AAA y las operaciones de alimentación de animales permitidas por la JCA se muestran en la Figura IV-5 y IV-6, respectivamente. El Apéndice B provee la data de ubicación de las fuentes precisadas y operaciones de alimentación de animales.

Las fuentes precisadas descargan muchos de los parámetros de interés. Estas fuentes precisadas son descargas de plantas de tratamiento, descargas de plantas de tratamiento de aguas usadas, fallas en las estaciones de bombeo, y descargas de aguas usadas no municipales (instalaciones industriales, escuelas, etc.) Las fallas de las estaciones de bombeo y desborde de alcantarillado sanitario se estiman en 1% del flujo de la planta de tratamiento de aguas usadas.

Las fuentes dispersas (difusas) también contribuyen a los parámetros de interés en los cuerpos de agua. Estas fuentes incluyen escorrentía de operaciones de alimentación de animales, áreas urbanas, agricultura, suelo boscoso, pastos y tanques sépticos defectuosos.

- Las operaciones de alimentación de animales localizados en cada segmento de cuenca LSPC fueron analizadas por tipo de animal y número. La Tabla IV-6 provee el conteo de animales en los segmentos de cuenca. Las operaciones de pollos y cerdos consisten de áreas de animales confinados con sistemas de manejo de desperdicios asociados. Las descargas de los sistemas de manejo de desperdicios es destinadas a pastizales mientras que las aplicaciones de estiércol para fertilizantes están destinadas a los agrícola. Las operaciones de caballos y ganado lechero permite a los animales recorrer por los pastizales.
- El Censo del 2000 y el de poblaciones con sistema de alcantarillado fueron utilizados para desarrollar estimados de poblaciones con y sin sistema de alcantarillado para cada segmento LSPC. La Tabla IV-7 provee el segmento LSPC, población total, población con y sin sistema de alcantarillados. Las poblaciones con sistema de alcantarillado fueron basadas en discusiones e información obtenida en visitas a las oficinas regionales de AAA.
- Las cargas de suelo boscoso fueron asignadas para los parámetros de interés apropiados.

FIGURA IV - 4

Término en Inglés	Término en Español
PRASA WTP	Plantas de Filtración de PRASA
Non-Filers	Non-Filers
NPDES Permitted Discharges	Descargas NPDES Permitidas
PRASA WWTP	Plantas de Tratamiento de PRASA
Hydrology	Hidrología
Category 3	Categoría 3
Category 5/303(d)	Categoría 5/303(d)
Watershed Boundary	Límites de la Cuenca
Lakes/Main Stream	Lagos/Ríos Proncipales
Municipal Boundaries	Límites Municipaless

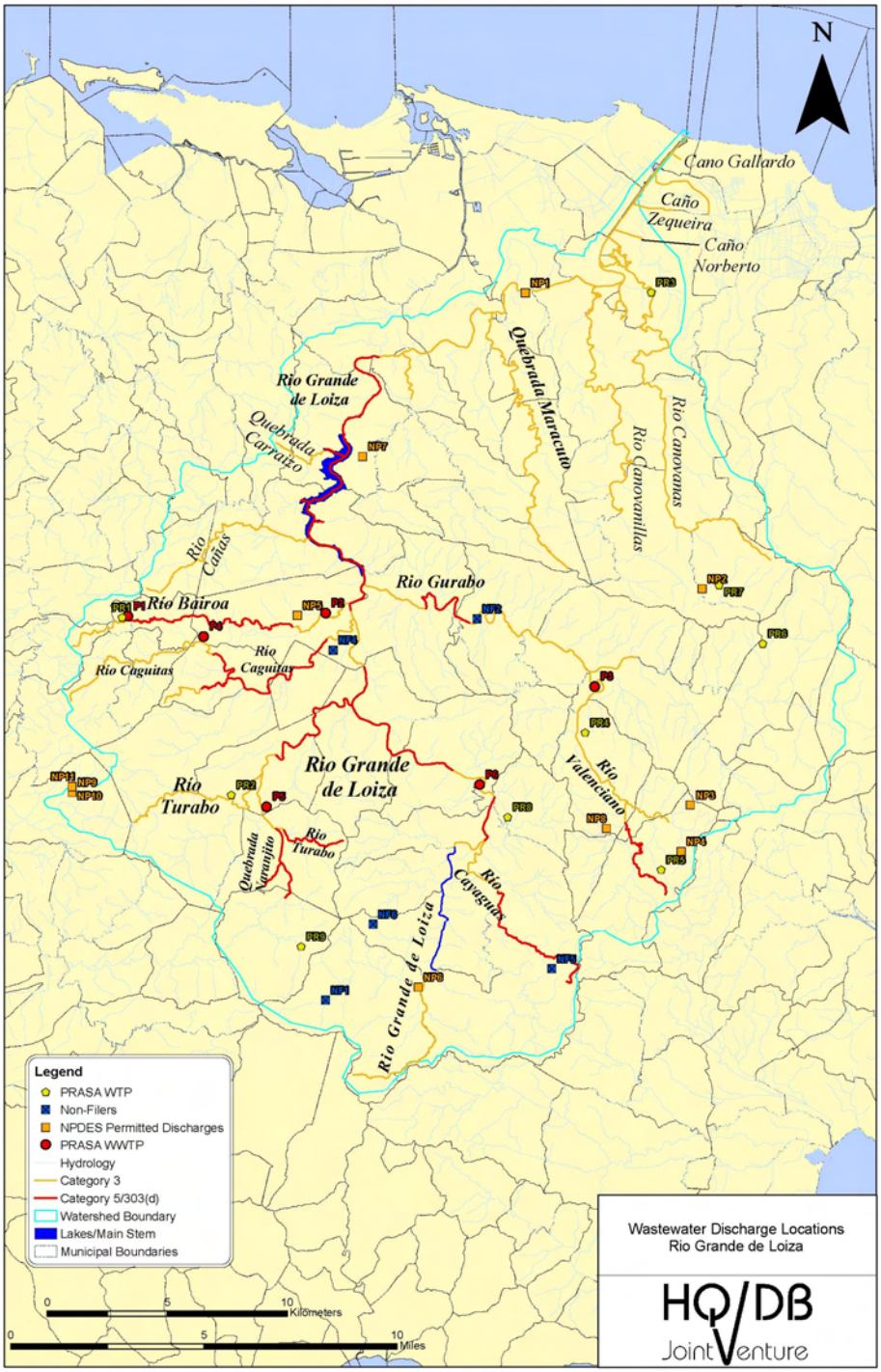

N
Cano Gallardo
Caño Zequeira
Caño Norberto
Quebrada Maracuto
Rio Canovanas
Rio Canovanillas
Rio Grande de Loiza
Quebrada Carraizo
Rio Cañas
Rio Gurabo
Rio Bairoa
Rio Caguitas
Rio Turabo
Quebrada Naranjito
Rio Valenciano
Rio Cayaguas
Rio Grande de Loiza
Legend
PRASA WTP
Non-Filers
NPDES Permitted Discharges
PRASA WWTP
Hydrology
Category 3
Category 5/303(d)
Watershed Boundary
Lakes/Main Stem
Municipal Boundaries
0 5 10 Kilometers
0 5 10 Miles
Wastewater Discharge Locations
Rio Grande de Loiza
HQ/DB
Joint Venture

FIGURA IV - 5

Término en Inglés	Término en Español
Pumping Stations	Estaciones de Bomba
Category 3	Categoría 3
Category 5/303(d)	Categoría 5/303(d)
Watershed Boundary	Límites de la Cuenca
Lakes/Main Stream	Lagos/Ríos Proncipales
Municipal Boundaries	Límites Municipaless

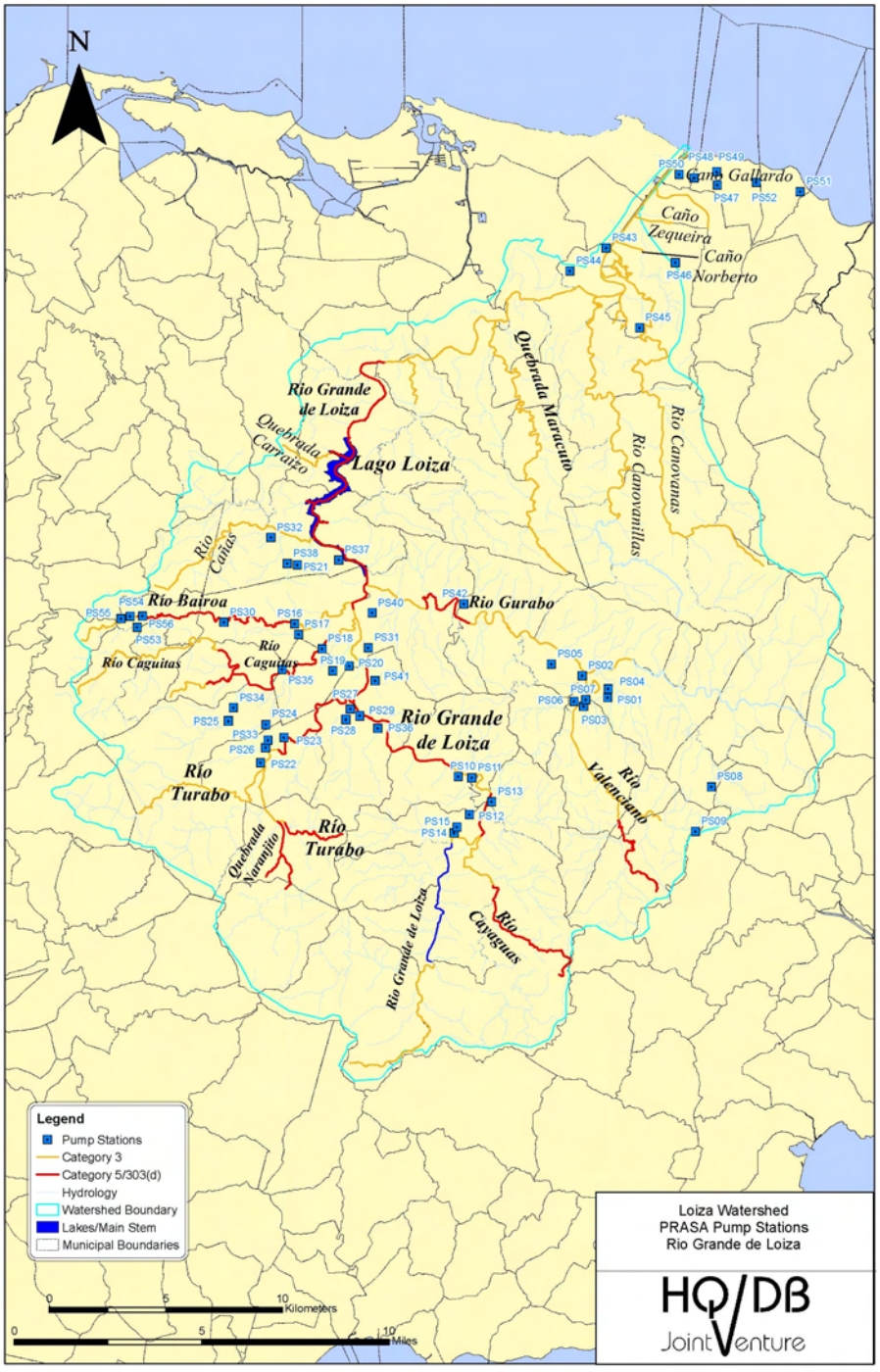

N
Caño Gallardo
Caño Zequeira
Caño Norberto
Quebrada Maracuto
Río Canovanas
Río Canovanillas
Rio Grande de Loiza
Quebrada Carraizo
Lago Loiza
Río Cañas
Río Barroa
Río Gurabo
Río Caguitas
Río Caguitas
Rio Grande de Loiza
Río Turabo
Río Turabo
Quebrada Naranjito
Río Valenciano
Río Cayaguas
Rio Grande de Loiza
Legend
Pump Stations
Category 3
Category 5/303(d)
Hydrology
Watershed Boundary
Lakes/Main Stem
Municipal Boundaries
0 5 10 Kilometers
0 5 10 Miles
Loiza Watershed
PRASA Pump Stations
Rio Grande de Loiza
HQ/DB
Joint Venture

FIGURA IV – 6

Término en Inglés	Término en Español
Dairy	Vaquería
Poultry/Chicken	Avícolas
Horse	Caballos
Rabbit	Conejos
Swine	Poquerizas
Category 3	Categoría 3
Category 5/303(d)	Categoría 5/303(d)
Watershed Boundary	Límites de la Cuenca
Lakes/Main Stream	Lagos/Ríos Proncipales
Municipal Boundaries	Límites Municipaless

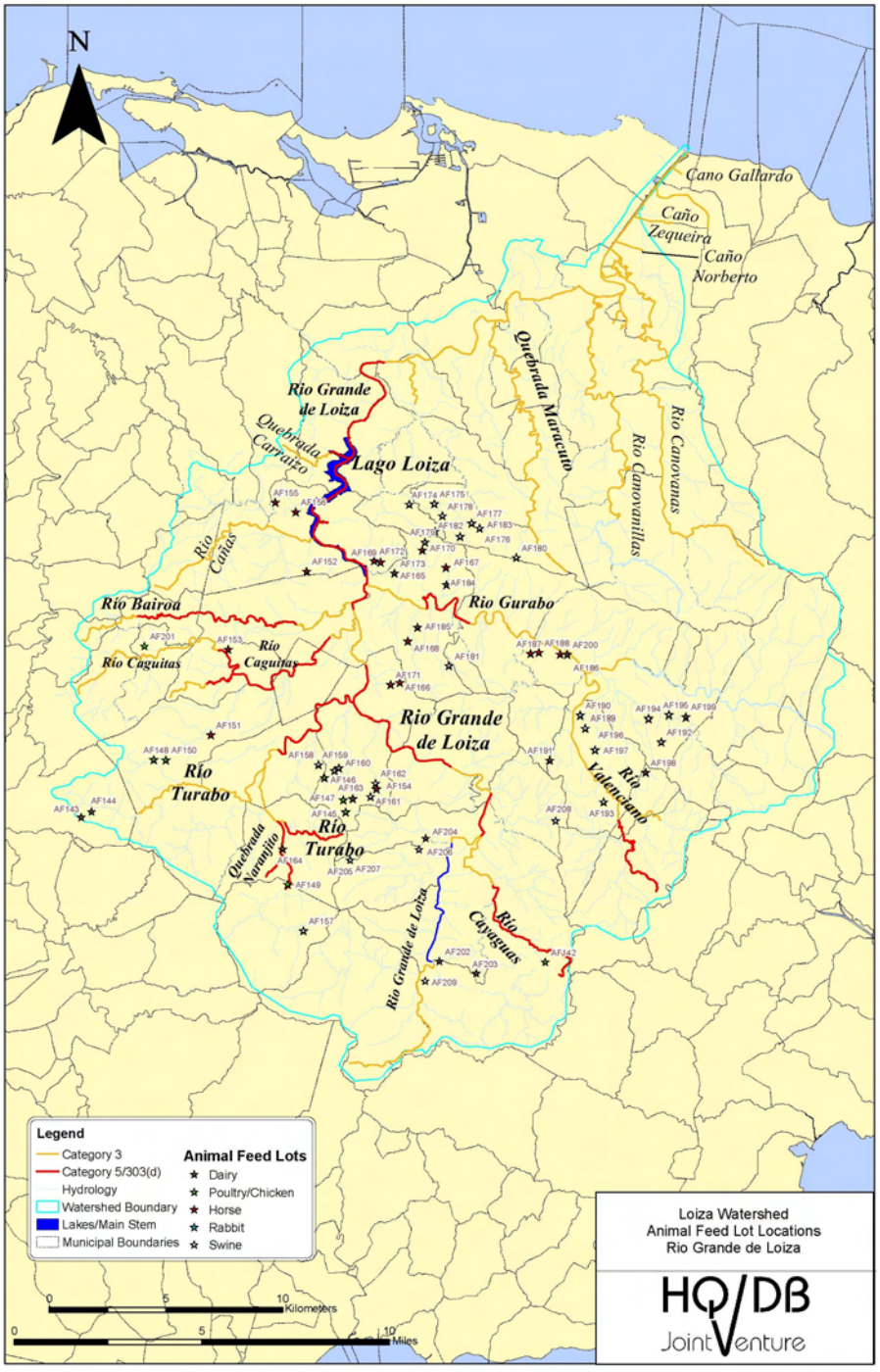

N
Cano Gallardo
Caño Zequeira
Caño Norberto
Quebrada Maracuto
Río Canovanas
Río Canovanillas
Río Grande de Loiza
Quebrada Carraizo
Lago Loiza
Río Cañas
Río Bairoa
Río Caguitas
Río Gurabo
Río Grande de Loiza
Río Turabo
Río Valenciano
Quebrada Naranjito
Río Cayaguas
Río Grande de Loiza
Legend
Category 3
Category 5/303(d)
Hydrology
Watershed Boundary
Lakes/Main Stem
Municipal Boundaries
Animal Feed Lots
Dairy
Poultry/Chicken
Horse
Rabbit
Swine
0 5 10 Kilometers
0 5 10 Miles
Loiza Watershed
Animal Feed Lot Locations
Rio Grande de Loiza
HQ/DB
Joint Venture

TABLA IV-6
CONTEO DE ANIMALES DE LOIZA

Segmento LSPC	Caballos	Ganado Lechero	Pollos	Cerdos	Total
1	146	-	-	-	146
2	94	-	-	-	94
4	390	1,398	-	152	1,940
7	85	-	-	-	85
8	66	-	-	-	66
9	-	1,276	-	282	1,558
10	-	990	-	893	1,883
11	-	90	144,000	334	144,424
12	50	491	55,000	544	56,085
13		Desconocido		Desconocido	
14			30,000		
Total	831	4,245	229,000	2,205	236,281

Notas:

No había operaciones de animales en los segmentos LPSC 3,5, 6 y 15. En el segmento 13 exiten operaciones de cerdos y ganado lechero pero no se conoce el número de animales.

TABLA IV-7
POBLACION DE LOIZA CON Y SIN SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Segmento LSPC	Población Total	Población con Sistema de Alcantarillado	Población sin Sistema de Alcantarillado	% sin Sistema de alcantarillado
1	14,050	7,206	6,844	49
2	2,930	1,373	1,557	53
3	500	0	500	100
4	32,872	10,740	22,132	67
5	13,793	11,591	2,202	16
6	300	0	300	100
7	67,662	44,516	23,146	34
8	4,908	0	4,908	100
9	29,026	13,894	15,132	52
10	23,121	6,215	16,906	73
11	38,550	20,666	17,884	46
12	38,009	11,182	26,827	71

Segmento LSPC	Población Total	Población con Sistema de Alcantarillado	Población sin Sistema de Alcantarillado	% sin Sistema de alcantarillado
13	16,904	0	16,904	100
14	5,785	0	5,785	100
15	8,119	0	8,119	100
Total	296,529	127,383	169,146	57

Para desarrollar cargas de contaminantes para las fuentes de contaminación se utilizó lo siguiente:

- Las fallas de tanques sépticos se estiman en 50% de la población sin sistemas de alcantarillado en la cuenca con 95 porciento de las fallas resultantes en escorrentía superficial en área urbana permeable. Las oficinas regionales de AAA se visitaron, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, al igual que las visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, se determinó que la población sin sistemas de alcantarillados con fallas en los tanques sépticos a una tasa de 50% y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) para estimar las cargas a la unidad de evaluación aplicable de esta fuente según se especifica en cada documento de apoyo TMDL. (El *USEPA Onsite Wastewater Treatment Systems Manual* [EPA-625-R-00-008; 02/01/2222] provee un estimado del flujo promedio diario de aguas usadas en sistemas residenciales de entre 50 y 70 GPCD para residencias construidas antes del 1994 y entre 40 y 60 para residencias construidas después del 1994 (Los estándares del U.S. Energy Policy Act entraron en vigor en el 1994). Considerando la naturaleza del inventario de residencias de las áreas sin sistema de alcantarillado en Puerto Rico, un estimado de 50 GPCD se utilizó para proveer información de carga durante el proceso de la Fase 1. Se espera que el programa de Fase 2 refine aún más y confirme el estimado de flujo y tasa de fallas al igual que el estimado de fuerza de contaminante y resultado en un estimado más refinado de carga de contaminante). El 95% de las fallas resultantes en escorrentía superficial fue basado en calibración de modelo. A las fallas de los tanques sépticos en áreas urbanas impermeable se les asigna cargas según se describe más

adelante.

- Una concentración de coliformes fecales de 1e6#/100mL fueron asignada a la carga basada en los valores de desperdicio típico no tratado (Metcalf and Eddy, 1991 y calibración de modelo. Las cargas fueron separadas entre fuentes directas e indirectas. Según antes indicado, se asumió que el 5% de los tanques sépticos defectuosos descargan directamente al cuerpo de agua mientras que el restante 95% fue asignado a los procesos de escorrentía superficial en áreas urbanas permeables. (Acumulación/remoción LSPC) asumiendo que la carga de desborde del tanque séptico defectuoso permanece en tierra hasta eventos de escorrentía remueve la acumulación de carga del tanque séptico defectuoso. La tasa de acumulación de coliformes fecales de tanque séptico resultante fue 2.60e10 (ACQOP) #/acre/día con una acumulación limitante de 4.68e10#/acre (SQOLIM). La división fue basada en modelo de calibración ya que la información no estaba disponible para determinar la división. Las corridas iniciales de modelo con porcentajes mayores yendo directamente a el cuerpo de agua resultó en un sistema dominado por fuente precisada (mayores concentraciones durante flujo bajo que durante flujo alto) que lo sugerido por la data (típicamente concentraciones más altas durante el flujo alto). Además cargas de coliformes fecales de áreas urbanas impermeables fueron asignadas basadas en la tasa de acumulación de 1.13e7 (ACQOP) #/acre/día y una acumulación limitante de 2.03e7 #/acre (SQOLIM) según especificado en el USEPA Bacterial Indicator Tool para uso de terrenos urbanos mixtos.
- Para desarrollar cargas de operaciones de alimentación de animales, las tasas de cargas de coliformes fecales de animales se utilizaron basado en información contenida en el USEPA Bacterial Indicator Tool (USEPA,2000). Las tasas de carga de coliformes fecales utilizadas para calcular las cargas (#/día) fueron 4.19e8 #/animal/día para caballos, 5.36e10 #/animal/día para ganado lechero, 1.88e8 #/animal/día para pollos y 1.02e10 #/animal/día para cerdos. Además, se asumió que el 35% de la carga calculada es realmente disponible para remoción del terreno. El 35% que está disponible para remoción se basó en el TMDL de coliformes fecales de La Plata (Horsley and Witten, 2003). Para pollos y cerdos, se asumió que existía una tasa de falla de 10% de los

sistemas de manejo de desperdicios con la carga asignada a pastos utilizando el componente de LSPC de acumulación/remoción. De la carga restante de coliformes fecales de pollos/cerdos, se asumió que el 25% está disponible para acumulación/remoción en agrícola debido a la aplicación de estiércol para fertilizante. La tasa de 10% de fallas del sistema de manejo de desperdicios con 25% disponible para acumulación/remoción fue estimada y basado modelo de calibración. Para los caballos y ganado lechero, la carga de coliformes fecales fue asignada a pastos utilizando el componente de LSPC de acumulación/remoción. Los parámetros de sedimento final asociado, tasas de acumulación (ACQOP) y acumulación limitante (SQOLIM) para la calibración se presentan en la Tabla IV-8 para cada uso de terreno. Para coliformes fecales, estos parámetros fueron determinados de la información de referencia e información específica de la cuenca de USEPA Bacterial Indicator Tool sobre sistemas sépticos y conteo de animales.

- Para terreno forestal, la carga de coliformes fecales fue asociado a la fauna silvestre en las áreas de bosques (50% de la producción disponible para remoción) utilizando una tasa de carga de coliformes fecales de 8.43e9 #/animal/día, basado en el USEPA Bacterial Indicator Tool y la densidad de la fauna silvestre de 10 animales/m^2 (estimado) utilizando de nuevo el componente de acumulación/remoción del LSPC.

TABLA IV-8
PARAMETROS DE ACUMULACION/REMOCION Y
DE SEDIMENTOS RELACIONADOS CALIBRADOS LSPC

Uso de Terrenos	FC ACQOP (#/acre/día)	FC SQOLIM (#/acre)
Pastos	1.33e9	2.40e9
Agrícola	8.14e8	1.47e9
Bosque	6.59e7	1.19e8
Urbana permeable	2.60e10	4.68e10
Urbana impermeable	1.13e7	2.03e7

4.0 MODELO DE CALIBRACION CALIDAD DE AGUA

Para la cuenca de Loiza, los análisis de modelo de calibración se efectuaron por flujo del río y bacteria de coliformes fecales. En la cuenca de Loiza, la data más comprensiva indicada para bacteria es la data recopilada por el USGS en cuatro estaciones: Río Gurabo, Río Bairoa, Río Caguitas y Río Grande de Loiza cerca de Caguas. El modelo hidrológico fue calibrado contra cinco años (2000-2004) de flujo diario en cuatro estaciones del USGS. El modelo para bacteria se calibró contra data recopilada durante cuatro años (2000-2003) con 3 a 4 medidas por año. La hidrología (flujo) y coliformes fecales fueron calibrados con data de las siguientes estaciones del USGS: Río Gurabo (#50057000/50057025); Río Bairoa (#50055390/50055380/50055400), Río Caguitas (#50055225/50055250), y Río Grande de Loiza (#50051800/50055000). Estas estaciones fueron seleccionadas para el modelo de calibración debido a lo completo del récord de data con énfasis en las estaciones localizadas aguas abajo en las subcuencas. La data disponible sobre bacteria previo al 2000 no se utilizó porque aparecen cargas mayores en algunas cuencas que ya no ocurren, por lo tanto la data previa al 2000 no representan las condiciones existentes.

La escorrentía anual computada en una cuenca es principalmente una función de la diferencia entre la precipitación y la tasa de evapotranspiración con algún cambio potencial en el almacenaje de agua subterránea. Los patrones de escorrentía a corto plazo también dependen del almacenaje en las zonas de suelos superiores e inferiores. En la cuenca de Loiza, la precipitación de tres estación de monitoría de lluvia se utilizó para asignar la precipitación a cada cuenca. La data de precipitación diaria por el período del modelo de calibración de cinco años se demuestra en la Figura IV-7 para estaciones de lluvia en Gurabo, Juncos y San Lorenzo. La precipitación anual durante este período alcanzó de 49.4 pulgadas a 118.9 pulgadas, con mayor lluvia ocurriendo en la elevación más alta en San Lorenzo. En Gurabo, las tasas de evaporación diaria también fueron medidas durante el período de cinco años. Un resumen de las tasas de evaporación mensuales medidas se demuestra en la Figura IV-8. Esta data fue utilizada para proveer estimados de las tasas de evapotranspiración potencial utilizada en el modelo LSPC. Otros coeficientes de modelo hidrológico que describen el almacenamiento de humedad en el suelo, recesión de aguas subterráneas, y otros factores que afectan la escorrentía computada están contenidos en el Apéndice C.

Los resultados del modelo hidrológico se comparan a escorrentía medida en una base anual,

mensual y diaria. La Figura IV-9 demuestra el volumen total de escorrentía medida y computada para cada año en las tres estaciones USGS. La cuarta estación (Río Bairoa) no se utilizó debido a récords de flujo incompletos. Debido a que existían récords parciales de flujo para las estaciones del Río Bairoa, los volúmenes anuales no se comparan. En promedio, los volúmenes de escorrentía anual computados están dentro de +/-15% de la escorrentía medida anualmente y dentro +/-5% en total. La mayor incertidumbre en la escorrentía anual calculada es la lluvia para cada una de las quince sub-cuencas modeladas debido a que solamente hay tres estación de monitoríaes para aproximadamente 200 millas cuadradas de área de drenaje. La Figura IV-10 presenta un plano de la escorrentía mensual computada versus la escorrentía medida para el récord de cinco años en los cuatro estación de monitoríaes de la USGS. Los volúmenes mensuales calculadas están de acuerdo con los volúmenes medidos con alguna dispersión, pero existe algo de predisposición en los volúmenes mensuales computados siendo menores que los volúmenes medidos durante los meses de flujo menor. Finalmente, se compara los modelos y la data en la Figura IV-11 para las cuatro estaciones del USGS. El flujo diario calculado está directamente relacionado a la lluvia y las discrepancias entre flujos diarios medidos y computados posiblemente se deba a la incertidumbre de lluvia para una cuenca en particular. Los flujos diarios computados son menores que los flujos medidos cuando el flujo de río es menor. Esta predisposición puede deberse a que el modelo no representa correctamente la base de flujo de las aguas subterráneas.

El resultado de la calibración de bacteria se demuestra en la Figura IV-12. La calibración bacterial representa la disolución de las cargas bacterianas de estas mismas fuentes, pero también incluye una tasa de decaimiento de primer orden de 2.0/día en el río. La tasa de decaimiento de coliformes fecales de 2.0/día utilizada es una tasa nominal y está dentro del alcance típico de tasas reportadas, 0.1-2.0/día (USEPA, 1991). El modelo demuestra agua en los tramos de ríos desde aguas arriba hasta aguas abajo. Por ejemplo, el segmento 13 y 14 LSPC fluye al segmento 12 que entonces fluye aguas abajo a los segmentos 8, 6, 3, 2 y 15 (Lago Loiza). Las cargas de aguas arriba y externas entran a cada modelo de segmento con un balance de masa calculada alrededor del segmento, junto con el tiempo de traslación del segmento y tasa de decaimiento para calcular las concentraciones en el cuerpo de agua. Los coeficientes del modelo de calibración para bacteria se tabulan en el Apéndice C.

La adecuacidad del modelo de calibración para bacteria se basó en una comparación visual de la data computada versus la medida en la Figura IV-12. Debido a que hay considerables dudas en algunas de las cargas potenciales significativas de bacteria, tales como sistemas sépticos y pastos, la diferencia entre los resultados del modelo y la data puede deberse a las incertidumbres en las cargas, además de los coeficientes del modelo. Luego de recopilar más información sobre **la carga de** bacteriadurante los estudios de la Fase II, será apropiado presentar comparaciones estadísticas entre el modelo y la data en el análisis de calibración de modelo revisado.

En conjunto, el modelo captura la dinámica temporal y espacial en flujo y coliformes fecales, incluyendo la relación de causa y efecto entre las fuentes (cargas) y concentraciones en el cuerpo de agua. Reconociendo que esto es un TMDL Fase 1 y se planifica la recopilación de data adicional y "grond truthing" para la Fase 2, se recomienda el uso del modelo de la cuenca de Loiza al desarrollar los TMDL.

FIGURA IV-7
ESTACIONES METEREOLOGICAS – CUENCA RÍO GRANDE DE LOÍZA

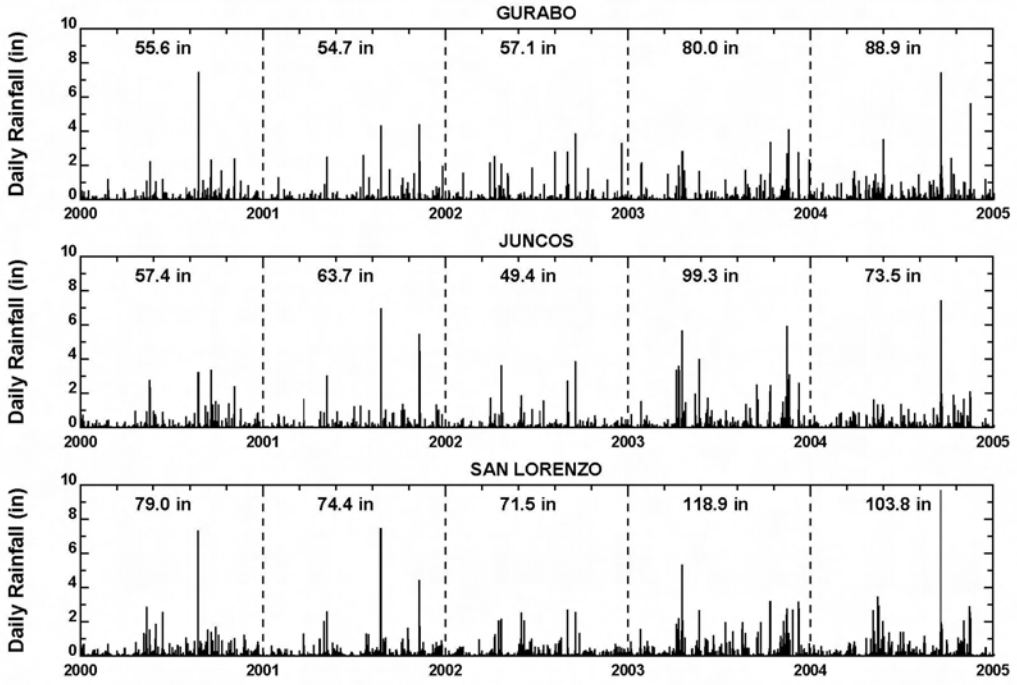


Figure IV-7: Meteorological Stations - Rio Grande de Loiza Watershed

FIGURA IV-8
EVAPOTRANSPIRACIÓN MENSUAL – ESTACIÓN METEREOLOGICA GURABO – CUENCA RÍO GRANDE DE LOÍZA

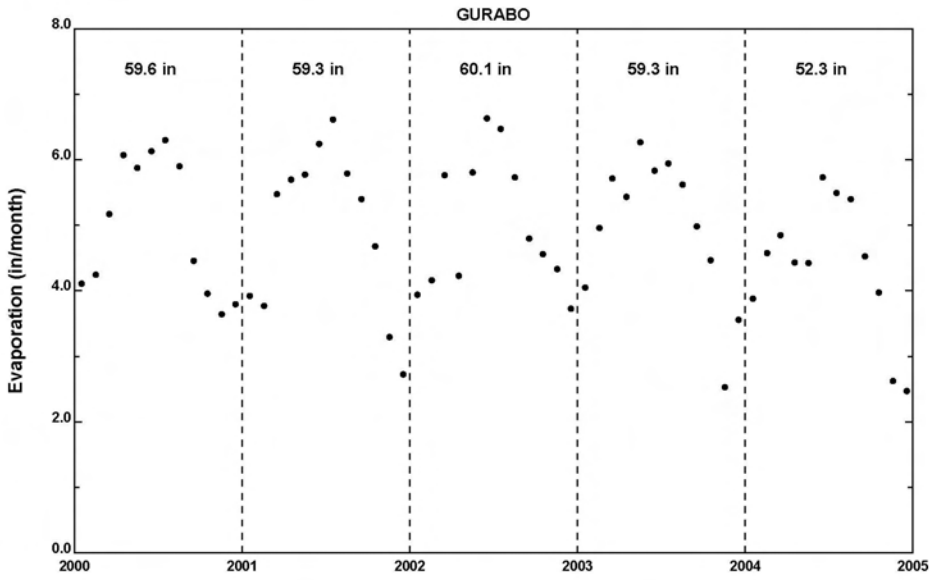


Figure IV-8: Monthly evapotranspiration - Gurabo Meteorological Station at Rio Grande de Loiza Watershed

FIGURA IV-9
CALIBRACIÓN FLUJO – VOLÚMENES ANUALES

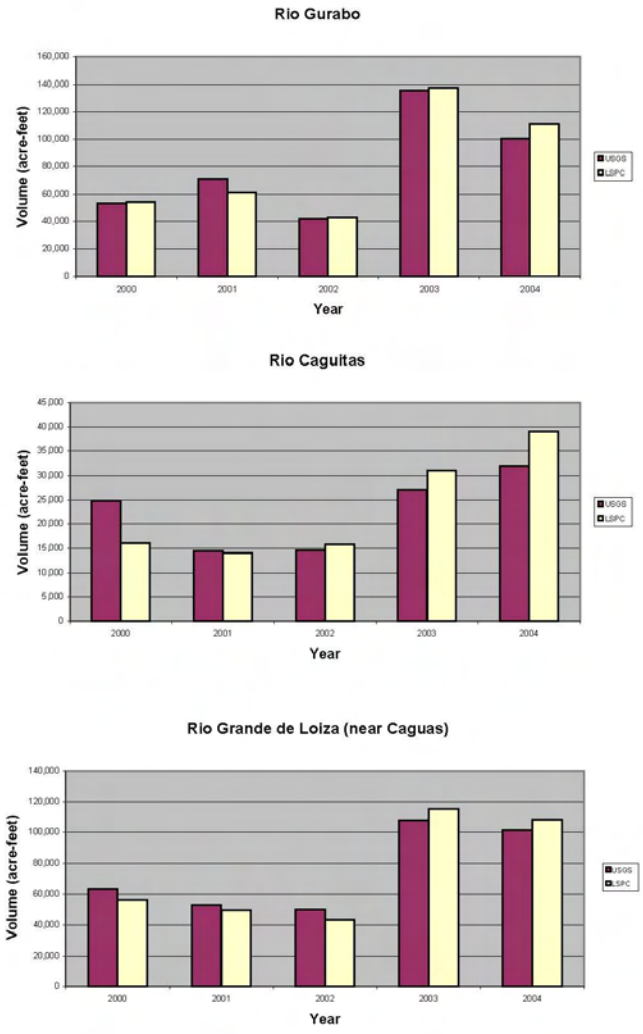


Figure IV-9: Flow Calibration - Annual Volumes

FIGURA IV-10
CALUBRACIÓN FLUJO – VOLÚMENES MENSUALES

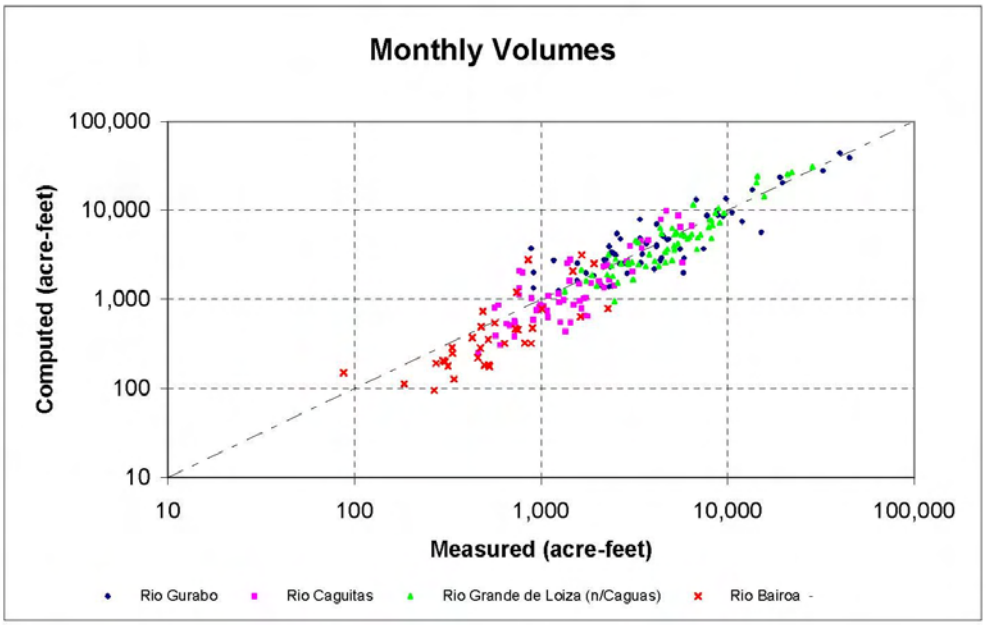


Figure IV-10: Flow Calibration - Monthly volumes

FIGURA IV-11
CALIBRACIÓN FLUJO – CUENCA RÍO GRANDE DE LOÍZA

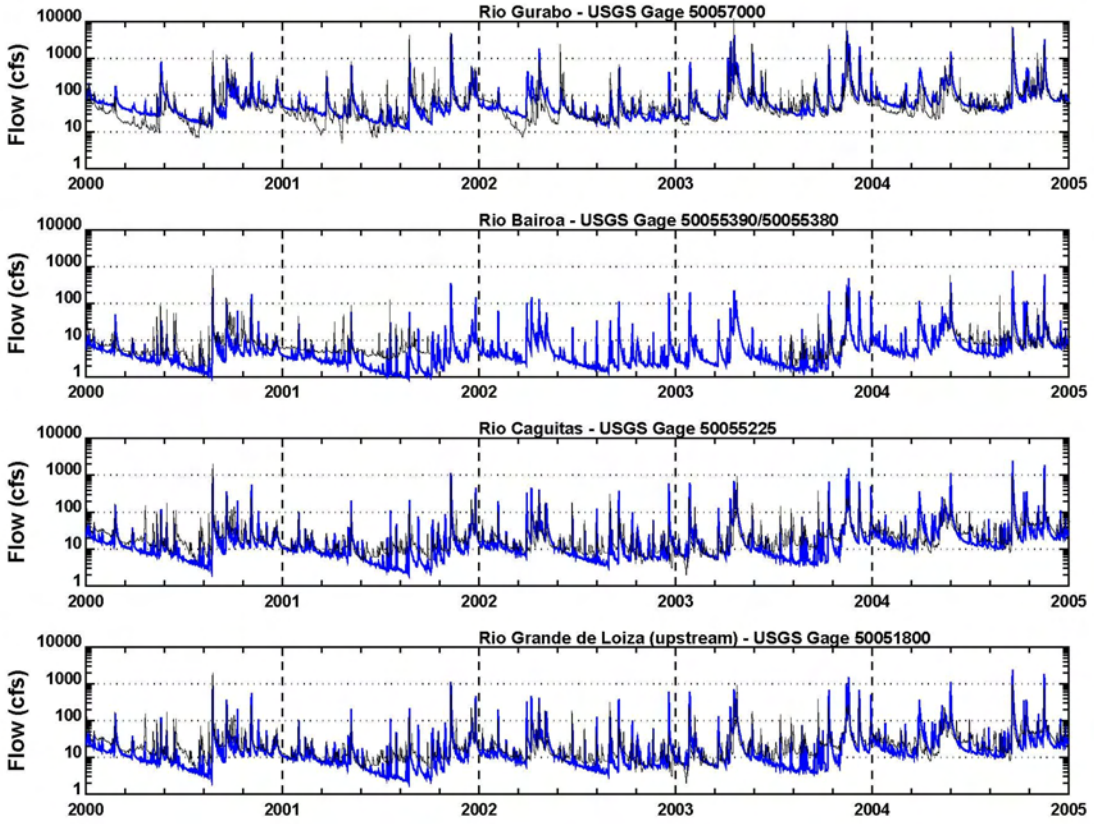


Figure IV-11: Flow calibration - Rio Grande de Loiza watershed

FIGURA IV-12
CALIBRACIÓN, COLIFORMES FECALES – CUENCA RÍO GRANDE DE LOÍZA

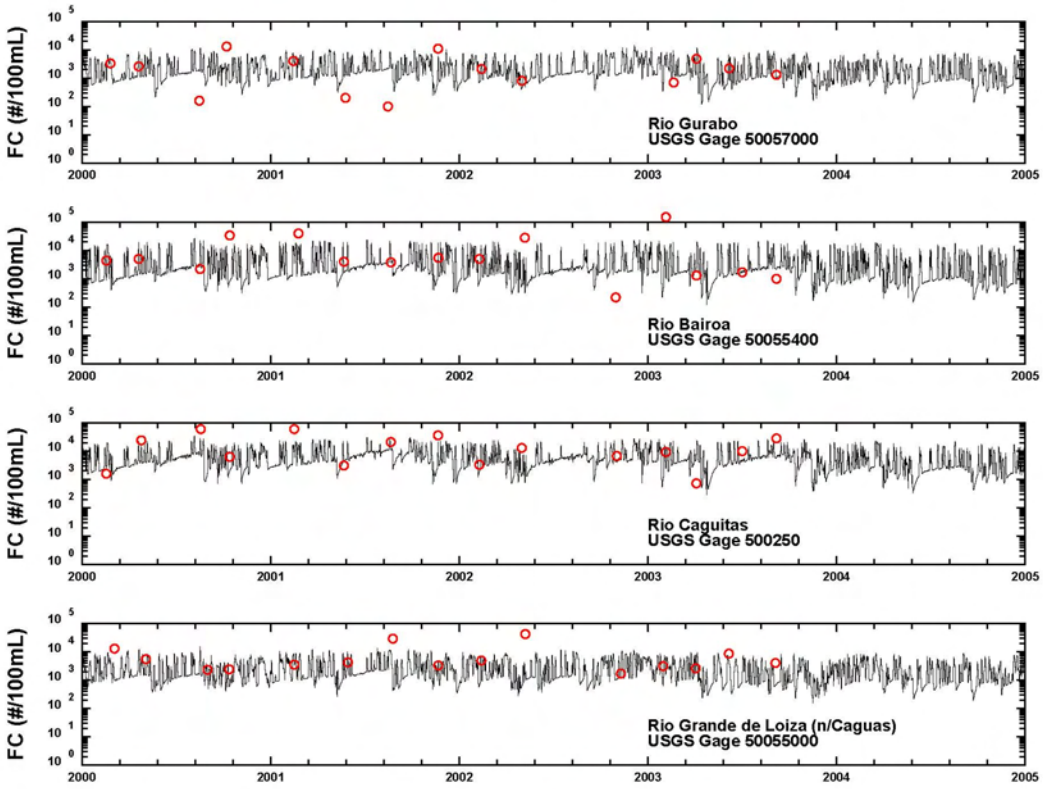


Figure IV-13: Fecal coliform calibration - Rio Grande de Loiza watershed

V. TMDLs PARA COLIFORMES FECALES EN EL RIO GRANDE DE LOIZA

Introducción

El contaminante de interés para las quince sub-cuencas LSPC y Unidades de Evaluación aguas arriba del Lago Loiza es coliformes fecales. Los cuerpos de agua impactados cubierto bajo los TMDLs se clasifican como Clase SD. El estándar de calidad de agua para coliformes fecales en aguas superficiales, según indicado en la Sección 3.2.4(B)(2) del Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (RECAPR), según enmendado, en marzo 2003, es:

> *"Coliformes: La media geométrica de coliformes de una serie de muestras representativas (por lo menos cinco muestras) de las aguas tomadas secuencialmente no excederán 10,000 colonias/100 mL de coliformes totales o 200 colonias/100 mL de coliformes fecales. No más del 20 porciento de las muestras excederán 400 colonias/100 mL de coliformes fecales."*

El cumplimiento con el estándar de coliformes fecales se aplicará basado en que 20 porciento de las muestras no excedan 400 col/100 mL. Esto se evaluará utilizando el modelo de cuenca calibrado de coliformes fecales, que se aplicó continuamente del 2000-2004 (5 años). Las reducciones de cargas se determinará de tal manera que las concentraciones de coliformes fecales calculadas por el modelo (diariamente) no resultarán más del 20% de las concentraciones excediendo el estándar de 400 col/100mL (i.e. Cumplimiento con el estándar de 80% del tiempo según indicado en los reglamentos). Esto también tipicamente resulta en el cumplimiento con el estándar de media geométrica de coliformes fecales de 200 col/100 ml.

El uso designado que se ha establecido por la Junta de Calidad Ambiental para agua Clase SD en la Sección 3.2.4.(A) del RECAPR se indica a continuación:

> *"Aguas superficiales destinadas para utilizarse como fuente de abasto para el suministro de agua potable, la propagación y preservación de especies deseables, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción, así como para recreación de contacto primario y secundario. El contacto de recreación primaria está restringido en cualquier cuerpo o segmento que no cumpla con la Sección 3.2.4(B)12 de este artículo hasta tanto el cuerpo de agua o segmento afectado logre cumplir con la referida sección.."*

Una presunción conservadora efectuada en muchos de esto TMDLs es que las cargas de coliformes fecales que resulten de una estación de bombeo de aguas usadas y las fallas de los sistemas de recogido se asigne a las Plantas de Tratamiento de Aguas Usadas a las que finalmente contribuyen sus flujos. Esto resulta en la asignación de carga existente en cuencas que no tienen una PTAU, lo que tiende a sobreestimar la carga existente de otras fuentes tales como sistemas sépticos defectuosos y siembras AFO/pasto. Como resultado, para alcanzar los estimados de las reducciones de carga necesarias para las fuentes dispersas LA dentro de estos TMDLs puede ser algo exagerado. El programa Fase II que ha sido propuesto está diseñado para proveer más comprensión de esto asunto.

La sección IV de este informe provee las presunciones detalladas utilizadas para calcular las cargas de varias fuentes de contaminantes dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza. Las cargas de fuentes precisadas incluyen PTAUs y estación de bombeo de aguas usadas y fallas en el sistema de recogido. Las cargas de fuentes dispersas incluyen escorrentía urbana, operaciones de alimentación de animales incluyendo pastos, sistemas sépticos defectuosos, agrícola y bosques. La Tabla V-1 provee el promedio anual de carga de coliformes fecales para las 15 sub-cuencas LSPC. La tabla presenta cargas de coliformes fecales específicas para cada segmento LSPC. El efecto acumulativo de fuentes aguas arriba y aguas abajo de los segmentos LSPC está implícitamente incluido en la estructura del modelo (i.e. el modelo está basado sobre balances de masa alrededor de cada segmento que incluyen tanto cargas internas y aguas arriba).

La Tabla V-2 identifica las Unidades de Evaluación Categoria 3 y 5 en cada una de las 15 cuencas LSPC.

1.0 RIO CAÑAS (1)

1.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La cuenca de Río Cañas (1) está localizada en la porción noroeste de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 6,633 acres (Ver Figura IV-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. No contiene Unidades de Evaluación (UE) Categoría 5.

TABLA V-1

CUENCA RIO GRANDE DE LOIZA
CARGA EXISTENTE DE COLIFORMES FECALE

(NO. COLONIAS/AÑO) Sub-Cuencas LSPC	FUENTES DISPERSAS					FUENTES PRECISADAS		TOTAL		
	Agrícola	AFO & Pasto	Bosques	Urbana	Séptico	WWTP	Estaciones de Bomba	NPS	PS	NPS + PS
Loiza Arriba (13)	1.71E+12	4.15E+14	9.32E+12	1.60E+11	1.26E+15	0.00E+00	0.00E+00	1.69E+15	0.00E+00	1.69E+15
Loiza Arriba(14)	5.38E+11	1.78E+14	1.93E+12	3.81E+10	3.31E+14	0.00E+00	0.00E+00	5.12E+14	0.00E+00	5.12E+14
Loiza Arriba(12)	7.22E+12	2.86E+14	5.97E+12	2.45E+11	1.95E+15	5.05E+11	1.07E+14	2.25E+15	1.08E+14	2.36E+15
Turabo (11)	6.24E+12	3.34E+14	1.47E+13	3.72E+11	2.57E+15	1.86E+10	3.09E+13	2.93E+15	3.10E+13	2.96E+15
Caguitas (7)	4.37E+12	9.58E+13	4.20E+12	2.95E+11	2.78E+15	0.00E+00	0.00E+00	2.89E+15	2.13E+13	2.91E+15
Bairoa (5)	1.36E+12	3.24E+13	2.44E+12	1.05E+11	8.84E+14	9.14E+12	1.60E+15	9.21E+14	4.78E+13	9.68E+14
Cañas (1)	2.35E+12	3.86E+13	3.68E+12	1.15E+11	1.05E+15	0.00E+00	0.00E+00	1.09E+15	0.00E+00	1.09E+15
Gurabo (9)	4.99E+13	2.02E+14	5.81E+12	1.34E+11	1.39E+15	0.00E+00	0.00E+00	1.65E+15	0.00E+00	1.65E+15
Gurabo (10)	5.72E+11	2.04E+14	1.65E+12	1.37E+11	1.45E+15	1.06E+12	1.35E+14	1.66E+15	1.36E+14	1.79E+15
Gurabo (4)	1.38E+13	1.61E+14	4.21E+12	1.57E+11	1.65E+15	0.00E+00	0.00E+00	1.83E+15	0.00E+00	1.83E+15
Loiza Abajo (8)	3.09E+12	1.32E+13	1.74E+11	8.20E+10	7.47E+14	0.00E+00	0.00E+00	7.64E+14	0.00E+00	7.64E+14
Loiza Abajo (6)	2.06E+10	7.88E+11	8.21E+09	0.00E+00	5.18E+12	8.30E+12	1.54E+15	6.00E+12	1.55E+15	1.55E+15
Loiza Abajo (3)	1.23E+11	1.85E+12	5.35E+10	3.70E+08	1.16E+13	0.00E+00	0.00E+00	1.37E+13	0.00E+00	1.37E+13
Loiza Abajo (2)	5.92E+11	3.47E+13	7.30E+11	1.90E+10	1.80E+14	0.00E+00	0.00E+00	2.16E+14	0.00E+00	2.16E+14
Lago Loiza (15)	0.00E+00	2.30E+13	1.90E+12	3.40E+10	4.15E+14	0.00E+00	0.00E+00	4.40E+14	0.00E+00	4.40E+14

TABLA V-2

TMDL COLIFORMES FECALES
UNIDADES DE EVALUACION Y SUB-CUENCAS PARA EL LSPC

Sub-Cuencas LSPC ( )*	Unidades de Evaluación Categoría 5	Unidades de Evaluación Categoría 3
Rio Canas (1)	None	Rio Canas (PRER01017_00)
Loiza Abajo(2)	Lago Loiza (PREL0105_00)	None
Loiza Abajo(3)	Lago Loiza (PREL0105_00)	None
Rio Gurabo (4)	Rio Gurabo (PRER0108b_00)	Rio Gurabo (PRER0108a_00) Rio Gurabo (PRER0108c_00)
Rio Bairoa (5)	Rio Bairoa (PRER0109b_00)	Rio Bairoa (PRER0109a_00) Rio Bairoa (PRER0109c_00)
Loiza Abajo (6)	Lago Loiza (PREL0105_00)	Rio Grande de Loiza (PRER0110a_00)
Rio Caguitas (7)	Rio Grande de Loiza (PRER0110b_00)	Rio Grande de Loiza (PRER0110a_00) Rio Grande de Loiza (PRER0110c_00) Rio Caguitas (PRER0110d_00)
Loiza Abajo (8)	Rio Grande de Loiza (PRER0110e_00)	Rio Grande de Loiza (PRER0110a_00)
Rio Gurabo (9)	None	Rio Gurabo (PRER0108d_00)
Rio Gurabo (10)	Rio Gurabo (Valenciano) (PRER0108h_02)	Rio Gurabo (PRER0108d_00)
Rio Turabo (11)	Rio Grande de Loiza (Turabo) (PRER0110f_02) Rio Grande de Loiza (Turabo) (PRER0110e_00)	Rio Turabo (PRER0110f_01) Rio Turabo (PRER0110g_00)
Loiza Arriba (12)	Rio Grande de Loiza (PRER0110h_02) Rio Grande de Loiza (PRER0110e_00)	Rio Grande de Loiza (PRER0110h_01)
Loiza Arriba (13)	None	Rio Grande de Loiza (PRER0110i_01) Rio Grande de Loiza (PRER0110k_00)
Loiza Arriba (14)	Rio Grande de Loiza (Cayaguas)	Rio Grande de Loiza

Sub-Cuencas LSPC ( )*	Unidades de Evaluación Categoría 5	Unidades de Evaluación Categoría 3
	(PRER0110i_03)	(PRER0110i_01)
Lago Loiza (15)	Lago Loiza (PREL0105_00)	Quebrada Caraizo (PREC0106_00)

*( ) LSPC Subwatershed number

Sin embargo, contiene una Categoría 3 UE - PRER0107_00, Río Cañas, que es 13.6 millas de largo. La lista 303(d) de Puerto Rico del 2004 categoriza el daño de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como de alta prioridad. El contaminante de Interés es coliformes fecales.

1.2 Fuentes Contaminantes y Evaluaciones

Las evaluaciones de fuentes son necesarias para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Cañas y proponer respuestas de manejo apropiadas. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

1.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas que no sean escorrentía

No existen fuentes precisadas con carga de coliformes fecales dentro de la sub-cuenca Río Cañas (1). Porciones de esta sub-cuenca son servidas por la PTAU de Caguas. Sin embargo, la PTAU de Caguas descarga a la sub-cuenca del Río Bairoa (5). Además, las municipalidades en Puerto Rico aún no han implantado un programa de control de contaminación de aguas de escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía urbana.

1.2.2 Evaluación de las fuentes dispersas y aguas de escorrentía de fuentes precisadas

Las fuentes dispersas y las aguas de escorrentía de fuentes precisadas incluyen clima seco, al igual que las cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales las cargas han sido asignadas incluyeron operaciones de alimentación de animales y pastoreo (OAA), sistemas sépticos defectuosos, escorrentía, escorrentía de bosques, escorrentía agrícola y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y se calculó una carga total para esta categoría. Se asumió que las cargas de coliformes fecales estaban asociados con todas los terrenos designados a pastoreo. La operación de alimentación de animales incluye tres granjas de caballos y se identifica en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar cargas contaminantes de esta fuente.

Fallas de Tanques Sépticos

Como primer paso, se visitaron las oficinas regionales de AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con el personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizado para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Forestales y Agrícola

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos forestales, agrícola, humedales, etc. Fue calculada la carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría.. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de Permiso de Control de Contaminación por Escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una

fuente dispersa. Las cargas se determinaron basada en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

1.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

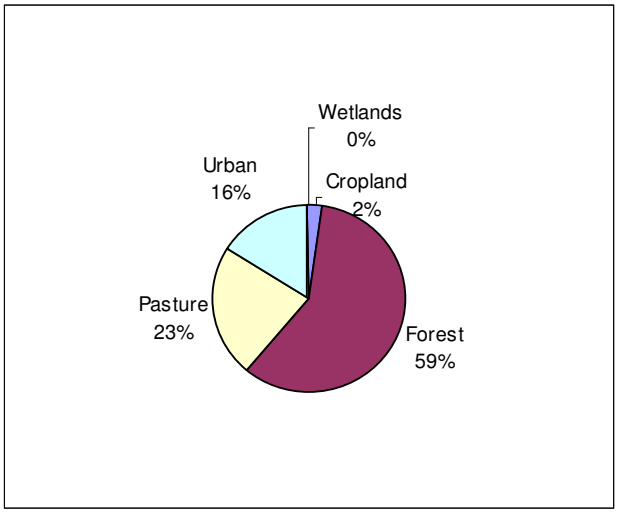
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 1-1 y se reseña en la Figura 1-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada con toda la población para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para el Río Cañas (LSPC– Segmento 1), la población con sistema de alcantarillado es 7,206. La población restante de 6,844 no tiene disponible sistemas de recogido de desperdicios.

TABLA 1-1
SUB-CUENCA RIO CAÑAS (1)
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	157
Bosque	3,853
Pastos	1,552
Urbana	1,071
Humedales	0
Total	6,633

FIGURA 1-1
USO DE TERRENOS SUB-CUENCA RIO CAÑAS (1)

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	**Agrícola**
Forest	Bosque
Pasture	**Pastos**
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 1.2, las cargas de coliformes fecales para cada fuente en esta sub-cuenca fueron calculadas. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes dispersas para la sub-cuenca del Río Cañas (1) se repiten para conveniencia en la Tabla 1-2. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas asociadas con operaciones de alimentación de animales, y asociadas con terrenos forestales, agrícola, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 1-2
CARGAS PARA FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	2.35 E+12
Pastos (OAAs)	3.86 E+13
Bosque	3.68 E+12
Urbana	1.15 E+11
Séptico	1.05 E+15
Subtotal	1.09 E+15
PTAU	0.00E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	**1.09 E+15**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastos incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y los estándares de calidad de agua.

1.4 Análisis de calidad de agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

1.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

No existen estaciones de monitoreo de calidad de agua, ya sean de la JCA o USGS, localizadas en la sub-cuenca de Río Cañas (1). Las cargas de coliformes fecales fueron calculadas basadas en la escorrentía de categorías de uso de terrenos arriba indicadas (ver Sección 1.3).

1.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadoras en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativos como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

1.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

De una perspectiva del modelaje, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelaje del TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede

ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y promedio a condiciones climatológicas secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL cuenta con las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

1.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo de las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además de la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarios para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 1-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 13.48 E+10#colonias/día. Este TMDL consiste de ACD de 0#colonias/día, un AC de 12.11 E+10#colonias/día y MS de 0.49 E+13 1.25 E+10#colonias/día, un

10% de Margen de Seguridad.

El ACD es 0#colonias/día en la sub-cuenca del Río Cañas (1), ya que no hay fuentes precisadas de carga de coliformes fecales. Estas cargas de las áreas con alcantarillado fueron asignadas a la PTAU de Caguas en la sub-cuenca del Río Bairoa (5).

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 1-3 incluye un AC para cada categoría. El logro de la AC se atiende en la Sección 1-9. La Tabla 1-3 presenta un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 1-3
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 1: Río Cañas	Carga Actual (#colonias/año)	Reducción Porcentual	Capacidad de Carga (#colonias/año)	TMDL (#colonias/día)
Carga total	1.09 E+15	95.9	4.92 E+13	13.48 E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	0.443 E+13	1.25 + 10
Asignaciones de Carga de desperdicios*:				
PTAU u otra fuente NPDES	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Desvío de Estación de Bombeo	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de cargas:				
Agrícola	0.235 E+13	0	0.235 E+13	0.64 E+10
Pastos (OAAs)	3.86 E+13	90	0.386 E+13	1.05 E+10
Bosque	0.368 E+13	0	0.368 E+13	1.00 E+ 10
Urbana	0.0115 E+13	0	0.0115 E+13	0.03 E + 10
Séptico	1.05 E+15	96.7	3.43 E+13	9.39 E + 10

* Ninguna Instalación con permiso NPDES (PTAU, OAAs, Escorrentía, etc.)

1.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto para las fuentes precisadas como dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las

medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

No existen descargas de fuentes precisadas a esta sub-cuenca. Sin embargo, este TMDL basado en fuente dispersa incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones de manejo para reducciones de las cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo de la Fase I del TMDL ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas de manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar y la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

1.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen flujos de sistemas de disposición de desperdicios defectuosos/ o con desvíos, operaciones de alimentación de animales/operaciones de pastoreo, escorrentía de bosques, agrícolas y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 1.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Controles de operación de Alimentación de Animales/pastoreo

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales en pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir el ingreso de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles de OAA/pastoreo recomendados incluirían: exclusión de anado en pastoreo de los alrededores de los cuerpos de agua mediante la localización de fuentes alternas de aguas, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas de los cuerpos de agua para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y practicas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización. Para reducir las fallas en las estructuras de contención de desperdicios de 10 a 1 porciento, se necesita implantar un programa de inspección y servicio a la comunidad para asegurar que las estructuras de contención de desperdicios están correctamente localizadas y mantenidas.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 3.47 E+13 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo de los tanques sépticos existentes dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvias hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de deficiencia a menos de 2.0%. Esta meta se puede lograr mediante la aministración de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas

donde existen tanques sépticos pero no pueden funcionar adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 1.016 E+15#colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr un TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de las BMPs según propuestas por la EPA en el borrador del permiso reducirá los coliformes fecales de esta fuente.

1.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Como parte de la Fase 2, se debe establecer y llevar a cabo un plan de monitoreo para evaluar la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. Este plan de monitoreo de calidad de agua deberá incluir una estación de monitoreo dentro de la sub-cuenca del Río Cañas (1) para poder lograr esta meta.

2.0 Loiza Abajo (2)

2.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca de Loiza Abajo (2) está localizada en la porción central de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 2,376 acres (ver Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. La Unidad de Evaluación (UE) de Categoría 5 - PREL0105_00, Río Grande de Loiza, de 713 acres en tamaño, está localizada dentro de esta sub-cuenca. Esta UE comienza en la sub-

cuenca Loiza Abajo (6) y continúa a través de las sub-cuencas (3) y (2) de Loiza Abajo, culminando en la sub-cuenca Lago Loiza (15). No existen UE de Categoría 3 en la sub-cuenca. La lista de aguas impactadas específica el problema de calidad de agua como uno de alta prioridad. El contaminante de interés es coliformes fecales.

2.2. Evaluaciones y Fuentes Contaminantes

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Grande de Loiza y proponer respuestas apropiadas de manejo. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

2.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

No existen fuentes precisadas de contaminación de coliformes fecales dentro de la sub-cuenca de Loiza Abajo (2). Porciones de esta sub-cuenca son servidas por la PTAU de Caguas. Sin embargo, la PTAU de Caguas descarga a la sub-cuenca del Río Bairoa (5). Además, las municipalidades en Puerto Rico aún no han implantado un programa de control de contaminación de aguas de escorrentía. Por lo tanto, no existe una carga de fuente precisada atribuida a escorrentía urbana.

2.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron operaciones de alimentación de animales y pastoreo (OAA), sistema séptico defectuoso, escorrentía de áreas forestales, escorrentía agrícola y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

Cada OAA fue inspeccionada para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales

presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y se calculó una carga total de esta categoría. Se asumió que las cargas de coliformes fecales estaban asociadas con todos los pastos designados. Las operaciones de alimentación de animales incluyen dos granjas de caballos y se identifican en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizado para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de los terrenos boscosas, agrícolas, humedales, etc. Se calculó la carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de Permiso para el Control de Contaminación por Escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basado en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

2.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

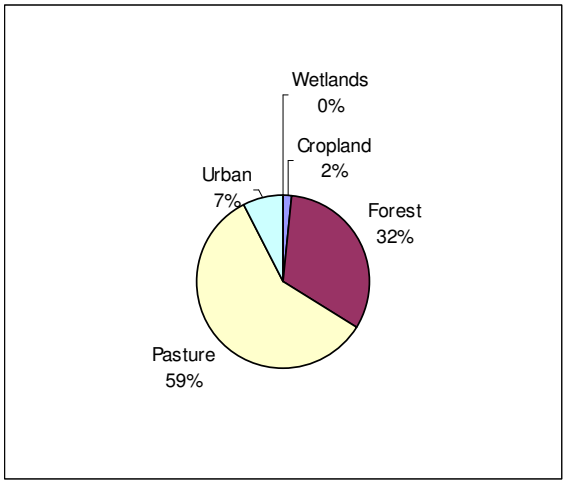
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 2-1 y se reseña en la Figura 2-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada con toda la población para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para Loiza Abajo (LSPC–Segmento 2), la población con sistema de alcantarillado es 1,373. La población restante de 1,557 no tiene disponible sistemas de recogido de desperdicios.

TABLA 2-1
SUB-CUENCA LOIZA ABAJO (2)
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	39
Bosque	766
Pastos	1,395
Urbana	176
Humedales	0
Total	2,376

FIGURA 2-1
SUB-CUENCA LOIZA ABAJO (2)
USO DE TERRENOS

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 2.2, las cargas de coliformes fecales de cada categoría de fuente en esta sub-cuenca fueron calculadas. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes dispersas para la sub-cuenca de Loiza Abajo (2) se repiten para conveniencia en la Tabla 2-2. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas asociadas con operaciones de alimentación de animales, y asociadas con terrenos forestales, agrícola, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 2-2
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	5.92 E+11
Pastos (OAAs)	3.47 E+13
Bosque	7.30 E+11
Urbana	1.90 E+10
Séptico	1.80 E+14
Subtotal	2.16 E+14
PTAU	0.00E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	2.16 E+14

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastos incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y los estándares de calidad de agua.

2.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año. Por lo que,para un TMDL escalonado es apropiado indicar el TMDL en una base promedio anual. T.

2.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

No existen estaciones de monitoreo de calidad de agua, ya sean de la JCA o USGS, localizadas en la sub-cuenca de Loiza Abajo (2). Las cargas de coliformes fecales fueron calculadas basadas en la escorrentía de categorías de uso de terrenos arriba indicadas (ver Sección 2.3).

2.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadoras en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Se estableció un MS de 10% para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativos como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

2.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

De una perspectiva del modelaje, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser

tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y promedio a condiciones climatológicas secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. El enfoque utilizado para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos del estándar de 400 col/100 mL) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL cuenta con las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

2.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultará en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV, además de la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 2-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 4. 43 E+10#colonias/día. Este TMDL consiste de ACD de 0#colonias/día, un AC de 3.975 E+10 #colonias/día y MS de 0.44 E+10 #colonias/día, un Margen

de Seguridad de 10%.

El ACD es 0#colonias/día en la sub-cuenca del Loiza Abajo (2), ya que no hay fuentes precisadas de carga de coliformes fecales. Estas cargas de las áreas con sistema de alcantarillado fueron asignadas a la PTAU de Caguas en la sub-cuenca del Río Bairoa (5).

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 2-3 incluye un AC para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 2-9.

La Tabla 2-3 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 2-3
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 2: Loiza Abajo(2)	Carga Actual (#colonias/año)	Reducción Porcentual	Capacidad de Carga (#colonias/año)	TMDL (#colonias/día)
Carga total	2.16 E+14	93.3	1.62 E+13	4.43 E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	0.162 E+13	0.44 + 10
Asignaciones de Carga de desperdicios*:				
PTAU u otra fuente NPDES	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Desvío de Estación de bombeo	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícolas	0.0592 E+13	0	0.0592 E+13	0.16 E+10
Pastos (OAAs)	0.347 E+14	90	0.347 E+13	0.93 E+10
Bosque	0.073 E+13	0	0.073 E+13	0.20 E+ 10
Urbana	0.0019 E+13	0	0.0019 E+13	0.005 E + 10
Séptico	1.80 E+14	94.6	0.98 E+13	2.68 E + 10

* Ninguna instalación con permiso NPDES (PTAU, OAAs, Escorrentía, etc.)

2.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por fuentes precisadas o dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

No existen descargas de fuentes precisadas a esta sub-cuenca. Sin embargo, este TMDL basado en fuente dispersa incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones de manejo para reducciones de las cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas de manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

Se estableció el TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

2.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen flujos de sistemas de disposición de desperdicios defectuosos o con desvíos, operaciones de alimentación de animales/operaciones de pastoreo, escorrentía de bosques, agrícolas y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 2.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones manejo para

controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Controles de operación de Alimentación de Animales/pastoreo

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir el ingreso de cargas de coliformes fecales al cuerpo de agua.

Los controles de OAA/Pastoreo recomendados incluirían: exclusión de ganado de pastoreo en los alrededores de los cuerpos de agua mediante la localización de fuentes alternas de aguas, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas de los cuerpos de agua para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización y cercado limitado de las riberas; y practicas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación y estabilización apropiada. Para reducir las fallas en las estructuras de contención de desperdicios de 10 a 1 porciento, se debe implantar un programa de inspección y servicio a la comunidad, para asegurar que las estructuras de contención de desperdicios están correctamente localizadas y mantenidas.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 3.12 E+14 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvias hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de fallo a menos de 2.0%. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de

tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la ubicación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de manejo, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos que no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

Se estima que la reducción de la tasa de fallo, resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 1.702 E+14 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr un TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de las BMPs según propuestas por la EPA en el borrador del permiso reducirá los coliformes fecales de esta fuente.

2.10 Monitoreo

Se debe establecer un método de monitoreo escalonado para coliformes fecales a la implantación del TMDLs, considerando naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Como parte de la Fase 2, se debe establecer y llevar a cabo un plan de monitoreo para evaluar la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. Este plan de monitoreo de calidad de agua deberá incluir una estación de monitoreo dentro de la sub-cuenca del Río Cañas (1) para poder lograr esta meta.

3.0 LOIZA Abajo (3)

3.1 Identificación de la Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca de Loiza Abajo (3) está localizada en la porción central de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 142 acres (ver Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. La Unidad de Evaluación (UE) de Categoría 5 - PREL0105_00, Lago Loiza, de 713 acres en tamaño, incluye el Lago Loiza y porciones aguas arriba del Río Grande Loiza están localizadas dentro de esta sub-cuenca. Esta UE comienza en la sub-cuenca Loiza Abajo (6) y continua a través de las sub-cuencas (3) y (2) de Loiza Abajo, culminando en la sub-cuenca del Lago Loiza (15). No existen UE de Categoría 3 en la sub-cuenca. La lista (303)d de Puerto Rico, categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de interés es coliformes fecales.

3.2. Fuentes de Contaminantes y Evaluaciones

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Grande de Loiza y proponer respuestas apropiadas de manejo. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

*3.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas **además** de la escorrentía*

No existen fuentes precisadas de contaminación de coliformes fecales dentro de la sub-cuenca de Loiza Abajo (3).

*3.2.2 **Evaluación Fuentes Dispersas y Escorrentia de Fuentes Precisadas***

Escorrentía de fuentes dispersas y precisadas incluye clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron operaciones de alimentación de animales y pastoreo (OAA), sistema séptico defectuoso, escorrentía de áreas forestales, escorrentía de agricultura y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

No existen OAAs en la sub-cuenca Loiza Abajo (3). Las cargas de coliformes fecales son de escorrentía de los pastos.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizado para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosas, agrícolas, humedales, etc. Se calculó la carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de Permiso de Control Contaminación por Escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basado en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

3.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

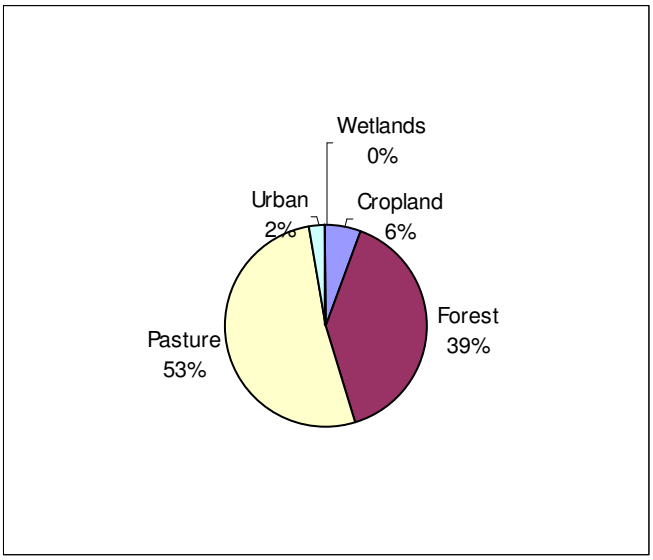
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 3-1 y se reseña en la Figura 3-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada con toda la población para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para Loiza Abajo (LSPC–Segmento 3), la población total de 500 no tiene disponible sistemas de recogido de desperdicios.

TABLA 3-1
USO DE TERRENOS SUB-CUENCA LOIZA ABAJO (3)

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	8
Bosque	56
Pastos	75
Urbana	3
Humedales	0
Total	142

FIGURA 3-1
USO DE TERRENOS SUB-CUENCA LOIZA ABAJO (3)

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	**Agrícola**
Forest	Bosque
Pasture	**Pastos**
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 2.2, se calcularon las cargas de coliformes fecales de cada categoría de fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes dispersas para la sub-cuenca de Loiza Abajo (2) se repiten para conveniencia en la Tabla 2-2. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas asociadas con operaciones de alimentación de animales, y asociadas con terrenos boscosas, agrícolas, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 3-2
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	1.23 E+11
Pastos (OAAs)	1.85 E+12
Bosque	5.35 E+10
Urbana	3.70 E+08
Séptico	1.16 E+13
Subtotal	1.36 E+13
PTAU	0.00E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	**1.36 E+13**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastos incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

3.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como volumen por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

3.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

No existen estaciones de monitoreo de calidad de agua, dentro la sub-cuenca de Loiza Baja (3). Las cargas de coliformes fecales fueron calculadas a base de la escorrentía de categorías de uso de terrenos arriba indicadas (ver Sección 3.3).

3.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadoras en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Se estableció un MS de 10% para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común del modelaje asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo

significativos como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

3.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y promedio a condiciones climatológicas secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis de TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

3.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración

de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además a la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar, constituyen los **TMDLs** para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 3-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 2.433 E+9 #colonias/día. Este TMDL consiste de ACD de 0#colonias/día, un AC de 2.18 E+9 #colonias/día y MS de 0.24 E+9 #colonias/día, un Margen de Seguridad de 10%.

El ACD es 0#colonias/día en la sub-cuenca del Loiza Abajo (3), ya que no hay fuentes precisadas de carga de coliformes fecales.

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 3-3 incluye un AC para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 3-9.

La Tabla 3-3 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 3-3
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 1: Loiza Abajo (3)	Carga Actual (#colonias/año)	Reducción Porcentual	Capacidad de Carga (#colonias/año)	TMDL (#colonias/día)
Carga total	1.37 E+13	93.5	8.87 E+11	2.43 E+09
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	0.887 E+11	0.24 E + 10
Asignaciones de Carga de desperdicios*:				
PTAU u otra fuente NPDES	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Desvío de Estación de bombeo	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícola	1.23 E+11	0	1.23 E+11	0.34 E+09
Pastos (OAAs)	1.85 E+12	90	1.85 E+11	0.50 E+09
Bosque	0.535 E+11	0	0.535 E+11	0.15 E+09
Urbana	0.00370 E+11	0	0.0037 E+11	0.001 E + 09
Séptico	1.16 E+13	96.2	4.36 E+11	1.19 E +09

* Ninguna Instalación con permiso NPDES (PTAU, OAAs, Escorrentía, etc.)

3.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por fuentes precisadas o dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

No existen descargas de fuentes precisadas a esta sub-cuenca. Sin embargo, este TMDL basado en fuente dispersa incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones de manejo para reducciones de las cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL

para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas de manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

3.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen flujos de los sistemas de disposición de desperdicios defectuosos/o desvíos, operaciones de alimentación de animales/operaciones de pastoreo, escorrentía de bosques, agrícolas y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 3.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones de manejos para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Escorrentía de **Pastos**

Se indica que no existe guía para animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las practicas de manejo recomendadas para el estiércol para todos los animales podrá permitir la entrada de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles de pastoreo incluirían: exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de los cuerpos de agua mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización y cercado de las riberas; y practicas de manejo de estiércol mejoradas para asegurar la ubicación apropiada y estabilización. Monitoreo adicional debe ser realizado en la cuenca de Loiza Abajo (3), al igual que comenzar servicio de educación a la comunidad en cuanto a los controles recomendados

de pastoreo.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 1.67 E+12 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a los cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de deficiencia a menos de 2.0%. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la ubicación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de manejo, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos que no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del sistema de alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 1.116 E+13 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr un TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de las BMPs según propuestas por la EPA en el borrador del permiso reducirá los coliformes fecales de esta fuente.

3.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la altamente variable naturaleza de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Como parte de la Fase 2, se debe establecer y llevar a caboun plan de monitoreo para evaluar la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. Este plan de monitoreo de calidad de agua debe incluir una estación de monitoreo dentro de la sub-cuenca de Loiza Abajo (3).

4.0 Río Gurabo (4)

4.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca de Rio Gurabo (4) está localizada en la porción central de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 13,246 acres (ver Figura IV-4). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. La Unidad de Evaluación (UE) de Categoría 5 - PREL0108b_00, Río Gurabo, de 18.6 millas de largo, está localizada dentro de esta sub-cuenca. Además, existen dos UE Categoría 3, PRER0108a_00 a 10.9 millas y PRER0108c_00 a 25.9 millas de largo dentro de esta sub-cuenca. La lista 303(/d) 2004 de Puerto Rico categoriza el impacto por coliformes fecales como uno de alta prioridad. El contaminante de interés es coliformes fecales.

4.2. Fuentes Contaminantes y Evaluaciones

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Gurabo y proponer respuestas de manejo apropiadas. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

4.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

Al presente existe una sola fuente precisada potencial dentro de la sub-cuenca que es la planta de tratamiento (PT) (Refierase a la Tabla 4-1). Esta instalación (PT Gurabo) al presente opera sin un

permiso NPDES. Las cargas de coliformes fecales de una planta de tratamiento no son significativas al compararse con otras fuentes. El otro punto de cargas de fuentes precisadas son desperfectos en la estación de bombeo y desbordamiento de alcantarillado que contribuye a la carga de contaminantes a la columna de agua. Las estaciones de bombeo de la PT Gurabo y AAA fueron inspeccionadas para verificar su presencia, al igual que sus características operacionales. Las cargas de estaciones de bombeo de desperdicios y otros desvíos de sistema de recogido fueron estimadas basado en la presunción de que dentro del sistema de recogido de cada PTD, los desvíos de desperdicios brutos equivalen **al** 1% del volumen de flujo de la PTAU. Se llegó a esta presunción luego de la evaluación de los informes de desvío y récords mantenidos por PRASA y EPA, y se cree razonable para el desarrollo de un TMDL Fase 1. Porciones de esta sub-cuenca son servidas por la PTAU de Caguas. Sin embargo, la PTAU de Caguas descarga a la sub-cuenca del Río Bairoa (5). Además, las municipalidades en Puerto Rico aún no han implantado un programa de control de contaminación de escorrentía. Por lo tanto, no existe una carga de fuente precisada atribuida a escorrentía urbana.

Tabla 4-1
FUENTES PRECISADAS

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MEPA	Coliformes Fecales (#/100mL)	Coliformes Totales (#/100mL)	Flujo (mgd)	Aguas Receptoras
PTAU Gurabo	No disponible	NF2	No disponible	No disponible	No disponible	Río Gurabo

4.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron operaciones de alimentación de animales y pastoreo (OAA), sistema séptico defectuoso, escorrentía de áreas boscosas, escorrentía de agricultura y escorrentía urbana.

<u>Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo</u>

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales

presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y se calculó una carga total de esta categoría. Se asumió que las cargas de coliformes fecales estaban asociados con todos los pastos designados. Las operaciones de alimentación de animales incluyen dos granjas de caballos y se identifican en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizado para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosas, agrícolas, humedales, etc. Se calculó la carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de **permiso** de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana **es** considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basado en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

4.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

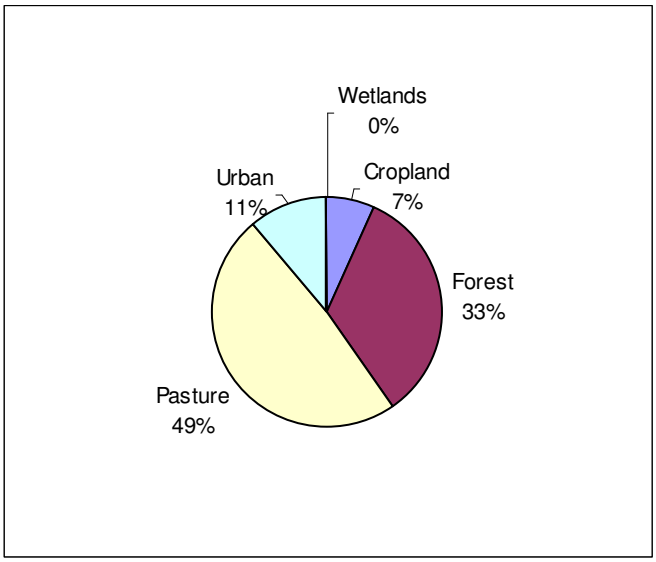
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 4-1 y se reseña en la Figura 4-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada con toda la población para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para el Río Gurabo (LSPC–Segmento 4), la población con sistema de alcantarillado es 10,740. La población restante de 22,132 no tiene disponible sistemas de recogido de desperdicios.

TABLA 4-1
SUB-CUENCA RIO GURABO (4)
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	917
Bosque	4,413
Pastos	6,456
Urbana	1,460
Humedales	0
Total	13,246

FIGURA 4-1
USO DE TERRENOS SUB-CUENCA RIO GURABO (4)

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	**Agrícola**
Forest	Bosque
Pasture	**Pastos**
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 4.2, se calcularon las cargas de coliformes fecales de cada categoría de fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes dispersas para la sub-cuenca de Río Gurabo (4) se repiten para conveniencia en la Tabla 4-2. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas relacionadas con operaciones de alimentación de animales, con terrenos boscosas, agrícolas, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 4-2
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	1.38 E+13
Pastos (OAAs)	1.61 E+14
Bosque	4.21 E+12
Urbana	1.57 E+11
Séptico	1.65 E+15
Subtotal	1.83 E+15
PTAU	0.00E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	**1.83 E+15**

Las cargas predominates existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastos incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

4.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año. Por lo que,para un TMDL escalonado es apropiado indicar el TMDL en una base promedio anual. T.

4.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) mantiene una estación de monitoría 50057025 (Estación 4 en la Figura IV-3) Río Gurabo cerca de Gurabo. La data de calidad de agua de la USGS para coliformes fecales y coliformes totales muestreados en esta estación se presentan en un plano cronológico para mostrar tendencias temporales y anuales sobre el período de tiempo disponible (1997-2004). La data total de coliformes fecales y coliformes totales de la Junta de Calidad Ambiental (EQB) monitoreada en esta estación sobre el período de tiempo (2001-2005) también se presentan en un plano cronológico para mostrar cumplimiento con los estándares de calidad de agua. Una revisión de la data del USGS y la JCA (Figuras A-4, A9b, A-12 y A-19 en el Apéndice A) muestran que la media geométrica de coliformes fecales y el estándar de calidad de agua de percentil 20 son sustancialmente excedidos a través del 2003. Sin embargo, la data de la JCA del 2001 al 2003 muestra un reducción en conteos de coliformes fecales y ninguna violación en el 2004.

4.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la

relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadora en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Se ha establecido un MS de 10% para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativos como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

4.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad basándose de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

De una perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pasto o agricultura) y promedio a condiciones climatológicas secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo

y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

4.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultará en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además de la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 4-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 40.00 E+10#colonias/día. Este TMDL consiste de ACD de 0.0055 E+10 0#colonias/día, un AC de 35.93 E+10 #colonias/día y MS de 4.07 E+10 #colonias/día, aproximadamente un Margen de Seguridad de 10%.

Todos las ACDs son (.0055 E+10 0#colonias/día) se asignan a la PTAU de Gurabo. El ACD

está basado en un límite de permiso de 200 #colonias/100 ml siendo aplicadas a la descarga y un flujo de aguas usadas de 0.050 mgd. Las cargas de áreas con alcantarillado fueron asignadas a la PTAU de Caguas en la sub-cuenca Río Bairoa (5)

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 4-3 incluye un AC para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 4-9.

La Tabla 4-3 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 4-3
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 2: Río Gurabo (4)	Carga Actual (#colonias/año)	Reducción Porcentual	Capacidad de Carga (#colonias/año)	TMDL (#colonias/día)
Carga total	1.83 E+15	92.0	1.46 E+14	40.00 E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	0.146 E+14	4.07 E + 10
Asignaciones de Carga de desperdicios*:				
PTAU u otra fuente NPDES	deminimus			
Desvío de Estación de bombeo	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícola	0.138 E+14	0	0.138 E+14	3.78 E+10
Pastos (OAAs)	0.161 E+15	90	0.16 E+14	4.39 E+10
Bosque	0.0421 E+14	0	0.421 E+14	1.15 E+10
Urbana	0.00157 E+14	0	0.00157E+14	0.04 E+10
Séptico	1.65 E+15	94.1	0.97 E+14	26.57 E + 10

4.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un **TMDL** para aguas **impactadas, tanto para** las fuentes precisadas al igual que las fuentes dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de **EPA** de **TMDL** indica que el **TMDL** deberá proveer garantías razonables **de** que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el **TMDL** pueda ser **aprobado**. El exceso **del criterio** de coliformes fecales dentro de esta cuenca **es impulsado** por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes

precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

Esta fuente dispersa basada en el TMDL incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones de manejo para reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas de manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

4.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen flujos de sistemas de disposición de desperdicios defectuosos/desvíos, operaciones de alimentación de animales/operaciones de pastoreo, escorrentía de tierras boscosas, agrícola y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 4.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones de manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Eliminación de Desvíos de las Estaciones de Bombeo de Desperdicios

La implantación de un programa activo de manejo tal y como el programa “Voluntary Capacity Management Operation and Maintenance (CMOM) de EPA dirigido a eliminar estos desvíos, eliminará cualquier carga de coliformes fecales de esta fuente.

Controles de operación de Alimentación de Animales/pastoreo

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales de pastoreo (caballos y vacas)

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 1.45 E+14 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho, pero una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de fallo a menos de 2.0%. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la ubicación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

Se estima que la reducción de la tasa de fallo, resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 15.53 E+14 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr un TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de las BMPs según propuestas por la EPA en el borrador del permiso reducirá los coliformes fecales de esta fuente.

4.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Este método requiere que se efectúe un monitoreo para la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. El monitoreo de la calidad de agua ha sido llevado a cabo por la USGS y JCA en la estación de monitoría 50057025 estación de monitoreo de calidad de agua en el Río Gurabo trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras de calidad y asegurar que se logre el estándar fecal de calidad de agua.

5.0 Río Bairoa (5)

5.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca de Río Bairoa (5) está localizada en la porción oeste de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 4,927 acres. No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. La Unidad de Evaluación (UE) de Categoría 5 - PREL0109b_00, Río Bairoa, de 7.3 millas de largo, está localizada dentro de esta sub-cuenca. Además existen dos UE Categoría 3, PRER0109a_00 y PRER0109c_00 a 3.8 millas de largo, dentro de esta sub-cuenca. La lista 303(d) de Puerto Rico del 2004, categoriza el deterioro de calidad de agua como uno de alta prioridad. El contaminante de interés es coliformes fecales.

5.2. Fuentes Contaminantes y Evaluaciones

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Grande de Loiza y proponer respuestas apropiadas de manejo. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la

carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

5.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

En la actualidad existen cinco fuentes precisadas potenciales dentro de la sub-cuenca del Rio Bairoa (5): tres plantas de tratamiento de aguas usadas (PTAU), una planta de tratamiento de agua (PT) y un edificio municipal (ver la Tabla 5-1). Las otras cargas potenciales de fuentes precisadas que contribuyen a la carga de contaminante en la columna de agua son fallas de la estación de bombeo y desbordes del sistema de alcantarillado. Las plantas de tratamiento y estaciones de bombeo de la AAA fueron inspeccionadas para verificar su existencia, al igual que sus características operacionales. Las cargas de las estaciones de aguas usadas y otros desvíos de sistemas de colección fueron estimadas basadas en la presunción de que dentro del sistema de colección de cada PTAU, los desvíos de desperdicios brutos equivalían 1% del volumen de flujo de la PTAU. Se llegó a esta presunción luego de la evaluación de los informes de desvíos y récords mantenidos por AAA y EPA, y se cree razonable para desarrollo de este TMDL Fase 1. Además, los municipios en Puerto Rico aún no han implantado un programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

TABLE 5-1
FUENTES PRECISADAS

Nombre de Instalación	#NPDES	# ID MEPA	Coliformes Fecales (#/100 mL)*	Coliformes Totales (#/100 mL)*	Flujo (mgd)	Cuerpo de Agua Receptor
PTAU Aguas Buenas	PR0020273	P1	2000,2230 (8), 2-16793	10000,22530 (8), 30-160000	0.6, 0.460 (12), 0.4-1.1	Río Bairoa
PTAU Caguas	PR0025976	P2	2000,70.04 (9), 3-256	N/A	12, 16.96(11), 15.436-19.6	Río Bairoa
PTAU (1) Las Carolinas	PR0024732	P4	2000,16820.5 (8), 36-51897	10000, 73750 (8), 3000-160000	0.22, 0.3758 (12), 0.13-0.50	Río Caguitas

Nombre de Instalación	#NPDES	# ID MEPA	Coliformes Fecales (#/100 mL)*	Coliformes Totales (#/100 mL)*	Flujo (mgd)	Cuerpo de Agua Receptor
PTAU Aguas Buenas	PR0022896	PR1	2000,2(6), 2-2	10000,15.33 (6), 2-80	.081,0.039 9(8), .020-.135	Quebrada Morena
CTR Ops Gob. Municipal	PR0023426	NP5	2000, N/A (N/A), N/A	N/A	0.00240, .010(12),.0 028-.29	Río Bairoa

(1) En agosto 2005, la PTAU de Las Carolinas cesó de descargar a la cuenca y comenzó a bombear a la PTAU de Caguas. Los cálculos para el TMDL explicarán el flujo de Las Carolinas en la PTAU de Caguas.

- Límite de Permiso, valor de descarga promedio (número de valores de descarga reportados) alcance de valores de descarga.

5.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron sistemas sépticos defectuosos, escorrentía de agricultura y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

No existen OAA en la sub-cuenca del Río Bairoa (5). Las cargas de coliformes fecales son de escorrentía de pastos**.**

Desperfectos de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizado para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícolas, humedales, etc. Se calculó la carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de **permiso** de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

5.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

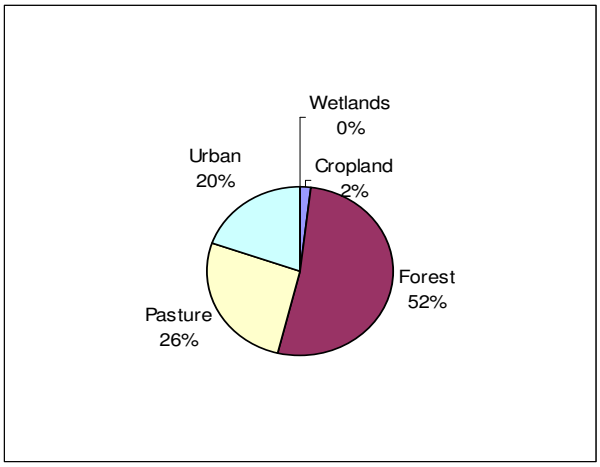
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 5-1 y se reseña en la Figura 5-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada con toda la población para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para el Río Bairoa (LSPC–Segmento 5), la población con sistema de alcantarillado es 11,591. La población restante de 2,202 no tiene disponible sistemas de recogido de desperdicios.

TABLA 5-1
SUB-CUENCA RIO BAIROA (5)
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	91
Bosque	2,557
Pastos	1,304
Urbana	975
Humedales	0
Total	4,927

FIGURA 5-2
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA RIO BAIROA (5)

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 5.2, se calcularon las cargas de coliformes fecales de cada categoría de fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes dispersas para la sub-cuenca de Río Bairoa (5) se repiten para conveniencia en la Tabla 5-3. Las cargas de fuentes precisadas incluyen fallas en las estaciones de bombeo de las PTAU. Las fuentes dispersas incluyen aquellas relacionadas con operaciones de alimentación de animales, y con terrenos boscosos, agrícolas, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 5-3
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícolas	1.36 E+12
Pastos (OAAs)	3.24 E+13
Bosque	2.44 E+12
Urbana	1.05 E+11
Séptico	8.84 E+14
Subtotal	9.21 E+14
PTAU	9.14E+12
Estación de Bombeo	1.60 E+15
Subtotal	1.61 E+15
TOTAL	**2.53 E+15**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastos incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

5.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como volumen por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

5.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) mantiene la estación de monitoría 50055400 (Estación 3 en la Figura IV-3) Río Bairoa cerca de Caguas. La data de calidad de agua del USGS para coliformes fecales y coliformes totales muestreados en la estación se presentan en un plano cronológico para mostrar tendencias temporales y anuales sobre el período de tiempo

disponible (1994-2004). La data total de coliformes fecales y coliformes totales de la Junta de Calidad Ambiental (EQB) monitoreada en esta estación sobre el período de tiempo (2001-2005) también se presentan en un plano cronológico para mostrar cumplimiento con los estándares de calidad de agua. Una revisión de la data del USGS y la JCA (Figuras A-1, A7, A-12 y A-13 en el Apéndice A) muestran que la media geométrica de coliformes fecales y el estándar de calidad de agua de percentil 20 son sustancialmente excedidos a través del 2003. Sin embargo, la data de la JCA del 2001 al 2003 muestra una reducción en conteos de coliformes fecales y ninguna violación en el 2004.

5.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativas como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

5.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales en naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las

fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad basándose de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

De la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y promedio a condiciones climatológicas secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

5.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultará en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además de la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 5-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 31.23 E+10#colonias/día. Este TMDL consiste de ACD de 12-13E+10 0#colonias/día, un AC de 16.06 E+10 #colonias/día y MS de 3.12 E+10 #colonias/día, un Margen de Seguridad de 10%.

El ACD para la PTAU de Aguas Buenas, PTA, y el Centro de Operaciones Municpal en Caguas fueron calculadas utilizando un límite de permiso de 200 #colonias/100 ml y el flujo presentado en la Tabla 5-4. El resto del total del ACD fue asignado a la PTAU de Caguas. A 24 mgd, el límite de permiso para la PTAU de Caguas se fijaría en 130#colonias/100 ml. Este TMDL provee para el intercambio y cualquier transferencia de carga de las PTAUs en esta sub-cuenca la PTAU de Caguas resultaría en un aumento del límite permitido para coliformes fecales.

TABLA 5-4
ASIGNACIÓN DE CARGA DE CONTAMINANTES

Instalación	Flujo (mgd)	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)	Carga Coliformes Fecales (#colonias/día)
PTAU Aguas Buenas	0.6	0.196 E+13	0.53 E+10
PTAU Caguas	24	4.21 E+13	11.54 E+10
PTA Aguas Buenas	0.04	0.0132 E+13	0.04 E+10
Edificio Municipal	0.0024	0.0079 E+13	0.02E+10

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 5-5 incluye un AC para cada categoría. El logro de la AC se atiende en la Sección 5-9.

La Tabla 5-5 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 5-5
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 5: Río Bairoa (5)	Carga Actual (#colonias/año)	Reducción Porcentual	Capacidad de Carga (#colonias/año)	**TMDL** (#colonias/día)
Carga total	2.53 E+15	95.4	11.4 E+13	31.23 E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	N/a	1.142 E+13	3.12 + 10
Asignaciones de Carga de desperdicios*:				
PTAU u otra fuente NPDES	9.14 E+12		4.43 E+13	12.13E+10
Desvío de Estación de bombeo	1.60 E+15	100	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícola	0.1362 E+13	0	0.1362 E+13	0.37 E+10
Pastos (OAAs)	0.247 E+13	40	1.947 E+13	5.31 E+10
Bosque	0.244 E+13	0	0.244 E+13	0.66 E+ 10
Urbana	0.0105 E+13		0.0105 E+13	0.03 E +10
Séptico	8.84 E+14	96	3.536E+13	9.69 E + 10

5.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por fuentes precisadas al igual que por fuentes dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

Esta fuente dispersa basada en TMDL incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones de manejo para la reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas de manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

5.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen plantas de tratamiento de aguas usadas, plantas de tratamiento de agua potable, desvíos de estaciones de bombeos, desbordes por rotura de las líneas y obstrucción de alcantarillados, flujos de sistemas de disposición de desperdicios defectuosos/desvíos, operaciones de alimentación de animales/operaciones de pastoreo, escorrentía de suelos boscosas, agrícolas y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 5.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones de manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Intercambio de Planta de Tratamiento de Aguas Usadas

La AAA planifica eliminar un número de pequeñas PTAUs, y transferir su carga a la PTAU de Caguas de 24 mgd. Para poder explicar la carga adicional que eventualmente será re-asignada a la PTAU de Caguas, este TMDL provee para el intercambio dentro de la ACD. En esta sub-cuenca, se programa eliminar la PTAU de Aguas Buenas para noviembre 2008 y el flujo se desviará a la PTAU de Caguas. La carta de la PTAU de Aguas Buenas será transferida a la PTAU de Caguas. La guía de 2003 de EPA indica que no se requiere un nuevo TMDL si los ACDs resultan en mejoras iguales o mayores en la calidad de agua. Se notificará a la EPA anualmente de cualquier cambio en las ACDs individuales mediante el intercambio. Se necesitará someter un TMDL revisado para la aprobación de EPA:

- si la carga a ser transferida resulta en un aumento en la Asignación de Carga de Desperdicios bruta según identificada por el TMDL en la Tabla 5-5;
- si la transferencia entre las ACs es propuesta; o
- si la transferencia entre las ACDs y la ACs es propuesta.

Eliminación de Desvíos de las Estaciones de Bombeo de Desperdicios

La implantación de un programa de manejo tal y como el programa "Voluntary Capacity Management Operation and Maintenance (CMOM) de EPA dirigido hacia eliminar estos desvíos, resultará en la eliminación de 1.60 E+15 #colonias/año.

Escorrentía de Suelo de Pastoreo

Se observó que no existe guía para animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas de manejo recomendadas para el estiércol para todos los animales podrían permitir la entrada de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas de los cuerpos de agua mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la ubicación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas de manejo mejoradas para el estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización.

Se debe efectuar monitoreo adicional en la sub-cuenca del Río Bairoa (5), al igual que comenzar un servicio a la comunidad en cuanto a los controles recomendados de pastoreo.

Los estudios citados en el USEPA National Management Measures to Control Nonpoint Pollution from Agriculture han demostrado que la implantación de estas medidas resulta en una reducción de 40% de coliformes fecales en estos cuerpos de agua. Se estima que la implantación de estas medidas resulten en una reducción adicional de carga de coliformes fecales de 1.30 E+13#colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es

aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a los cuerpos de aguas o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsadas por escorrentía durante eventos lluvias hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de deficiencia a menos de 2.0%. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos que no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 8.49 E+14 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de las BMPs según propuestas por la EPA en el borrador del permiso reducirá los coliformes fecales de esta fuente.

5.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Como parte de la Fase 2, se debe establecer y llevar a cabo un plan de monitoreo para evaluar la respuesta de la calidad de agua de los cuerpos de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. El monitoreo de la calidad de agua ha sido llevado a cabo por el USGS y JCA en

la estación de monitoría del USGS 5005540, estación de monitoreo de calidad de agua en el Río Bairoa trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras de calidad y asegurar que se logre el estándar fecal de calidad de agua.

6.0 Loiza Abajo (6)

6.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca de Loiza Abajo (6) está localizada en la porción central de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 42 acres (Ver Figuroa 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. La Unidad de Evaluación (UE) de Categoría 5 - PREL0105_00, Lago Loiza, de 713 acres en tamaño incluye el Lago Loiza y porciones aguas arriba del Río Grande de Loiza se localiza en esta sub-cuenca. Este UE comienza en esta sub-cuenca y continúa a través de Loiza Abajo (3) y (2), culminando en la sub-cuenca (15) del Lago. Además, una porción de la UE PRER011a_00 Río Grande Loiza está localizada en esta sub-cuenca. Esta UE Categoría 3 origina en la sub-cuenca (8) de Loiza Abajo, fluye a través de la sub-cuenca (7) del Río Caguitas, culminando en esta sub-cuenca. Su extensión es de 6.1 millas de largo. La lista 303(d) de Puerto Rico del 2004 categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de interés es coliformes fecales.

6.2 Fuentes Contaminantes y Evaluaciones

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Grande de Loiza y proponer respuestas apropiadas de manejo. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

6.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

No existen fuentes precisadas de cargas de coliformes fecales en la sub-cuenca (6) de Loiza Abajo. Además, los municipios en Puerto Rico aún no han implantado un programa de permiso

control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

6.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asugnadas cargas, incluyeron sistemas de operaciones de alimentación de animales, escorrentía de áreas boscosas, escorrentía de agricultura y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/**Pastoreo**

No existen OAA en la sub-cuenca (6) de Loiza Abajo. Las cargas de coliformes fecales son de escorrentía de pastos.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, se determinó y aplicó la población sin sistema de alcantarillado con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícolas, humedales, etc. Se calculó la carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

6.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

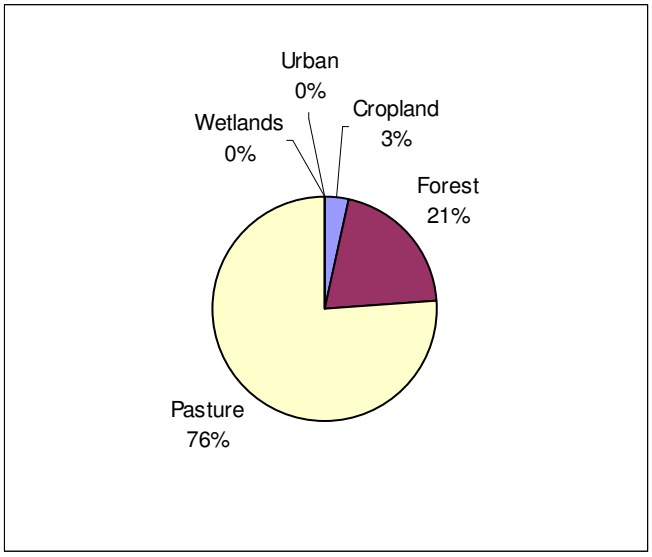
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 6-2 y se reseña en la Figura 6-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada con toda la población para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para Loiza Abajo (LSPC–Segmento 6), la población total de 300 no tiene disponible sistemas de recogido de desperdicios.

TABLA 6-1
SUB-CUENCA (6) LOIZA ABAJO
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	1
Bosque	9
Pastos	32
Urbana	0
Humedales	0
Total	42

FIGURA 6-1
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA (6) LOIZA ABAJO

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 6.2, se calcularon las cargas de coliformes fecales de cada categoría de fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes dispersas para la sub-cuenca (6) de Loiza Abajo se repiten para conveniencia en la Tabla 6-2 e incluyen aquellas relacionadas con terrenos boscosos, agrícolas, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 6-2
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	2.06 E+10
Pastos (OAAs)	7.88 E+11
Bosque	8.21 E+09
Urbana	0
Séptico	5.18 E+12
Subtotal	5.99 E+12
PTAU	0.00 E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	**5.99 E+12**

Las cargas prepredominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastos incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

6.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

6.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

No existen estaciones de monitoreo de calidad de agua, dentro la sub-cuenca (6) de Loiza Abajo. Las cargas de coliformes fecales fueron calculadas basadas en la escorrentía de categorías de uso de terrenos arriba indicadas (ver Sección 6.3).

6.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativas como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

6.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser

tantos eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y a condiciones climatológicas de promedio a secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

6.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo del modelo de cuenca de coliformes fecales, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además de la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales los ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 6-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 9.86 E+08#colonias/día. Este TMDL consiste de ACD de 0#colonias/día, un AC de 8.87 E+08#colonias/día y MS de 0.99 E+08 #colonias/día, un Margen de

Seguridad de 10%.

El ACD para la sub-cuenca (6) de Loiza Abajo, es 0#colonias/día ya que no existen fuentes precisadas de cargas de coliformes fecales dentro de la sub-cuenca.

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 6-3 incluye una AC individual para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 6-9.

La Tabla 6-3 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 6-3
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 6: (6) Loiza Abajo	Carga Actual (#colonias/año)	Reducción Porcentual	Capacidad de Carga (#colonias/año)	TMDL (#colonias/día)
Carga total	5.99 E+12	94.0	3.60 E+11	9.86 E+08
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	0.36 E+11	0.99 E+08
Asignaciones de Carga de desperdicios*:				
PTAU u otra fuente NPDES	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00E+00
Desvío de Estación de bombeo	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícolas	0.206 E+11	0	0.206 E+11	0.56 E+08
Pastos (OAAs)	7.88 E+11	90	0.788 E+11	2.16 E+08
Bosque	0.0821 E+11	0	0.0821 E+11	0.22 E+08
Urbana	0.00 E+00	0	0.00 E+000	0.00 E +00
Séptico	5.18 E+12	95.8	2.164E+11	5.93E +08

* Ninguna instalación con permiso NPDES (PTAUs, OAAs, Escorrentía, etc.)

6.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por fuentes precisadas o dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las

medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

No existen descargas de fuentes precisadas para esta sub-cuenca. Sin embargo, esta fuente dispersa basada en el TMDL incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones de manejo para la reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas de manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

6.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen flujos de sistemas de disposición de desperdicios defectuosos/desvíos, operaciones de alimentación de animales/operaciones de pastoreo, escorrentía de suelos boscosos, agrícolas y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 14.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones de manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Escorrentía de Suelo de Pastos

Se observó que no existe guía para animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas

de manejo de estiércol recomendadas para todos los animales podrían permitir la entrada de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización. Estudios citados en el USEPA National Management Measures to Control Nonpoint Pollution from Agriculture han demostrado que la implantación normal de estas medidas resultan en una reducción de 40% de los coliformes fecales en los cuerpos de agua. Estos estudios también han demostrado que cuando se ha provisto una fuente de agua alterna, los animales pasan 90% menos tiempo en el cuerpo de agua. Esta sub-cuenca necesita que se implanten medidas intensivas para lograr el 90% de reducción de los agrícola.

Se debe efectuar monitoreo adicional en la sub-cuenca (6) de Loiza Abajo, al igual que comenzar un servicio educativo a la comunidad en cuanto a los controles recomendados de pastoreo.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 7.09E+11#colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su ubicación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente al cuerpo de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de deficiencia a menos de 2.0%. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la ubicación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas

donde existen tanques sépticos que no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 4.96 E+12 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de las BMPs según propuestas por la EPA en el borrador del permiso reducirá los coliformes fecales de esta fuente.

6.10 Monitoreo

Un método escalonado para la implantación es apropiado para el TMDLs de coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Como parte de la Fase 2, se debe establecer y llevar a caboun plan de monitoreo para evaluar la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. El plan de monitoreo de la calidad de agua debe incluir una estación de monitoreo dentro de la sub-cuenca (6) de Loiza Abajo para poder lograr esta meta.

7.0 Río Caguitas (7)

7.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca (7) del Río Caguitas está localizada en la porción oeste de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 11,291 acres (Ver la Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. La Unidad de Evaluación (UE) de Categoría 5 - PREL011b_00, Río Grande de Loiza, de 16.2 millas de largo está localizada dentro de esa sub-cuenca. Además, existen tres UE Categoría 3 en esta sub-cuenca. PRER0110a_00 Rio Grande Loiza se origina en la sub-cuenca (8) de Loiza Abajo, fluye a través de esta sub-cuenca, culminando en la sub-cuenca (6) de Loiza Abajo. Su extensión es de 6.1 millas de largo. PRER0110c_00 Río Grande Loiza en 3.8 millas de largo y

PRER0110d_00 Río Caguitas en 10.7 millas de largo también están localizadas en esta sub-cuenca. La lista 303(d) de Puerto Rico del 2004 categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de interés es coliformes fecales.

7.2 Fuentes de Contaminantes y Evaluaciones

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Caguitas y proponer respuestas apropiadas de manejo. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

7.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

Al presente existe una sola fuente precisada potencial localizada dentro de la sub-cuenca (7) del Río Caguitas, que es la PTAU de Las Carolinas. En agosto 2005, la PTAU de Las Carolinas cesó de descargar a la sub-cuenca (7) del Río Caguitas y comenzó a bombear a la PTAU de Caguas. Así, que ahora porciones de esta sub-cuenca son servidas por la PTAU de Caguas. Sin embargo, la PTAU de Caguas descarga a la sub-cuenca (5) del Río Bairoa. Además, los municipios de Puerto Rico aún no han implantado un programa de permiso control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

7.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron sistemas sépticos defectuosos, escorrentía de pastoreo, áreas boscosas y agrícolas, y escorrentía urbana.

<u>Operaciones de Alimentación de Animales/ Pastoreo</u>

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales

presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y se calculó una carga total de esta categoría. Se asumió que las cargas de coliformes fecales estaban asociadas con todos los pastos designados. Las operaciones de alimentación de animales incluyen una granja de pollos y dos operaciones de caballos y se identifican en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, fue determinada y aplicada la población sin sistema de alcantarillado con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícolas, humedales, etc. Se estableció la carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

7.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

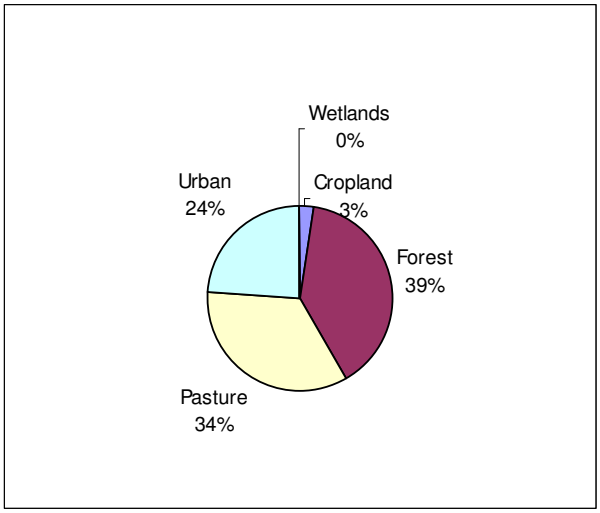
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 7-1 y se reseña en la Figura 7-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada con toda la población para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para el Río Caguitas (LSPC–Segmento 7), la población con alcantarillado es 44,516. El resto de la población de 23,146 no tiene disponible sistemas de recogido de desperdicios.

TABLA 7-1
SUB-CUENCA (7) RIO CAGUITAS
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	291
Bosque	4,407
Pastos	3,851
Urbana	2,742
Humedales	0
Total	11,291

FIGURA 7-1
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA (7) RIO CAGUITAS

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	**Agrícola**
Forest	Bosque
Pasture	**Pastos**
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 7.2, se calcularon las cargas de coliformes fecales de cada categoría de fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes dispersas para la sub-cuenca (7) de Ró Caguitas se repiten para conveniencia en la Tabla 7-2. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas relacionadas con operaciones de alimentación de animales, y asociadas con terrenos boscosas, agrícolas, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 7-2
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	**Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)**
Agrícola	4.37 E+12
Pastos (OAAs)	9.58 E+13
Bosque	4.20 E+12
Urbana	2.95 E+11
Séptico	2.78 E+15
Subtotal	2.89 E+15
PTAU	0.00 E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	**2.89 E+15**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y

estaciones de bombeo/desbordes de alcantarillado sanitario. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

7.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

7.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) mantiene una estación de monitoría 50055250 (Estación 2 en la Figura IV-3) Río Caguitas en la Carretera 30 en Caguas. La data de calidad de agua de la USGS para coliformes fecales y coliformes totales muestreados en la estación de monitoría se presentan en un plano cronológico para mostrar tendencias temporales y anuales sobre el período de tiempo disponible (2001-2005). La data total de coliformes fecales y coliformes totales de la Junta de Calidad Ambiental (EQB) monitoreada en esta estación sobre el período de tiempo (2001-2005) también se presentan en un plano cronológico para mostrar tendencias temporales y anuales. También se presenta data como probabilidad de distribuciones para mostrar cumplimiento con los estándares de calidad de agua. En esta estación el plano de probabilidad muestra que el estándar de excedencia de 20% es violado más del 98% del tiempo. Una revisión de la data deL USGS y la JCA (Figuras A-2, A-8, A-12 y A-13 en el Apéndice A) muestran que la media geométrica de coliformes fecales y el estándar de calidad de agua de percentil 20 son sustancialmente excedidos a través del 2003. Sin embargo, la data de la JCA del 2001 al 2003 muestra una reducción en conteos de coliformes fecales y ninguna violación en el 2004.

7.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la

relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativas como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

7.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2000-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y a condiciones climatológicas de promedio a secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la

estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

7.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además a la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 7-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 27.67 E+10#colonias/día. Este TMDL consiste de ACD de 0#colonias/día, un AC de 24.91E+10#colonias/día y MS de 2.76 E+10 #colonias/día, un Margen de Seguridad de 10%.

Ya que no existen cargas de fuentes precisadas de coliformes fecales dentro de esta sub-

cuenca, el ACD es 0#colonias/día. Las cargas de las áreas con alcantarillado fueron asignadas a la PTAU de Caguas en la sub-cuenca (5) de Río Bairoa.

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 7-4 incluye una AC individual para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 7-9.

La Tabla 7-4 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 7-4
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 6: (6) Loiza Abajo	**Carga Actual (#colonias/año)**	**Reducción Porcentual**	**Capacidad de Carga (#colonias/año)**	**TMDL (#colonias/día)**
Carga total	2.89 E+15	96.5	10.1 E+13	27.67E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	1.01 E+13	2.76 E+10
Asignaciones de Carga de desperdicios*:				
PTAU u otra fuente NPDES	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00E+00
Desvío de Estación de bombeo	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícola	0.437 E+13	0	0.437 E+13	1.20 E+10
Pastos (OAAs)	9.58 E+13	90	0.958 E+13	2.62 E+10
Bosque	0.420 E+13	0	0.420 E+13	1.15 E+10
Urbana	0.0295E+13	0	0.0295E+13	0.08E +10
Séptico	2.78 E+15	97.4	7.25E+13	19.86 E+10

* Ninguna instalación con permiso NPDES (PTAUs, OAAs, Escorrentía, etc.)

7.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por las fuentes precisadas y dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el

TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

No existen fuentes precisadas a esta sub-cuenca. Sin embargo, esta fuente dispersa basada en el TMDL incluye un plan de implantación que contiene recomendaciones de manejo para la reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas de manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

7.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen plantas de tratamiento de agua, desvíos de estaciones de bombeo de aguas usadas, desbordes de sistemas de alcantarillados debido a roturas y obstrucciones, flujos de sistemas de disposición de desperdicios defectuosos/desvíos, operaciones de alimentación de animales/operaciones de pastoreo, escorrentía de tierras boscosas, agrícolas y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 7.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones de manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Controles de operación de Alimentación de Animales/pastoreo

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas recomendadas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir la entrada de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para OAA/pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la estabilización y colocación apropiada. Para reducir las fallas de estructuras de contención de 10 a 1 porciento, se necesita implantar un programa agresivo de servicio a la comunidad y programa de inspección para asegurar que las estructuras de contención de desperdicios están correctamente localizadas y mantenidas.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 8.62 E+13 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente al cuerpo de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de fallo a menos de 2.0%. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la ubicación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen

tanques sépticos que no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 2.71 E+15 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de las BMPs según propuestas por la EPA en el borrador del permiso reducirá los coliformes fecales de esta fuente.

7.10 Monitoreo

Un método escalonado para coliformes fecales es apropiado para la implantación de TMDLs, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Este método require que se efectúe monitoreo para la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. El monitoreo de calidad de agua ha sido llevado a cabo por la USGS en la estación de monitoría 5005725 de en el Río Caguitas trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras a la calidad de agua y asegurar que el estándar fecal de calidad de agua se logre.

8.0 Loiza Abajo (8)

8.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca (8) de Loiza Abajo está localizada en la porción central de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 1,682 acres (Ver la Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. La Unidad de Evaluación (UE) de Categoría 5 - PREL0110e_00, Río Grande de

Loiza, de 29 millas de largo culmina dentro de esta sub-cuenca. Esta UE está ramificada con una porción que origina de sub-cuenca (12) de Loiza Arriba y las otras originando en la sub-cuenca (11) de Turabo. Además, una porción de la UE PRER011a_00 Río Grande de Loiza está localizada en esta sub-cuenca. Esta UE Categoría 3 origina en esta sub-cuenca, fluye a través de la sub-cuenca Río Caguitas (7), culminando en la sub-cuenca (6) de Loiza Abajo. Su extensión es de 6.1 millas de largo. La lista 303(d) de Puerto Rico del 2004 categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de interés es coliformes fecales.

8.2 Fuentes de Contaminantes y Evaluaciones

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Grande de Loiza y proponer respuestas apropiadas de manejo. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

8.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

No existen fuentes precisadas de cargas de coliformes fecales en la sub-cuenca (8) de Loiza Abajo. Además, los municipios en Puerto Rico aún no han implantado un programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

8.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales se han asignado cargas incluyeron sistemas de operaciones de alimentación de animales/pastoreo (OAA), sistemas sépticos defectuosos, escorrentía de áreas boscosas, y escorrentía de agricultura y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y fue calculada una carga total de esta categoría. Se asumió que las cargas de coliformes fecales estaban relacionadas con todos los pastos designados. Las operaciones de alimentación de animales incluyen dos granjas de caballos y se identifica en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícolas

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícolas, humedales, etc. La carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría fue entonces calculada. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para

escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

8.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

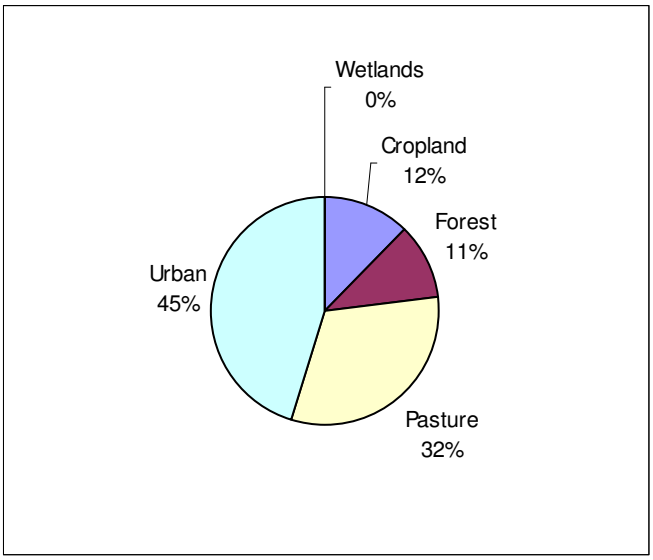
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 8-1 y se reseña en la Figura 8-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada a la población total para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para el Loiza Abajo (LSPC–Segmento 8), la población total de 4,908 no tiene no tiene disponible sistemas de recogido de desperdicios.

TABLA 8-1
SUB-CUENCA (8) LOIZA ABAJO
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	206
Bosque	182
Pastos	531
Urbana	763
Humedales	0
Total	1,682

FIGURA 8-1
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA (8) LOIZA ABAJO

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 8.2, se calcularon las cargas de coliformes fecales de cada categoría de fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes dispersas para la sub-cuenca (8) de Loiza Abajo se repiten para conveniencia en la Tabla 8-2. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas relacionadas con operaciones de alimentación de animales, y asociadas con terrenos boscosas, agrícolas, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 8-2
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	**Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)**
Agrícolas	3.09 E+12
Pastos (OAAs)	1.32 E+13
Bosque	1.74 E+11
Urbana	8.20 E+10
Séptico	7.47 E+14
Subtotal	7.64 E+14
PTAU	0.00 E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	**7.64 E+14**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y

pastos incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDLy estándares de calidad de agua.

8.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

8.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) mantiene una estación de monitoría 50055000 (Estación 1 en la Figura IV-3) Río Grande de Loiza en Caguas. La data de calidad de agua de la USGS para coliformes fecales y coliformes totales muestreados en esta estación se presentan en un plano cronológico para mostrar tendencias temporales y anuales sobre el período de tiempo disponible (1994-2004). La data total de coliformes fecales y coliformes totales de la Junta de Calidad Ambiental (EQB) monitoreada en esta estación sobre el período de tiempo (2001-2005) también se presentan en un plano cronológico para mostrar tendencias temporales y anuales. También se presenta data como probabilidad de distribuciones para mostrar cumplimiento con los estándares de calidad de agua. Una revisión de la data de la JCA (Figuras A-3, A-9a, A-12 y A-13 en el Apéndice A) muestran que la media geométrica de coliformes fecales y el estándar de calidad de agua de percentil 20 son sustancialmente excedidos durante el 2000. Sin embargo, la data de la JCA del 2001 al 2003 muestra una sola violación que ocurrió en el 2004.

8.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL

Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativas como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

8.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2000-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y a condiciones climatológicas de promedio a secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar)

considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

8.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultará en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV **además** de la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en los **cuerpos de agua**. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 8-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 15.29 E+10#colonias/día. Este TMDL consiste de ACD de 0#colonias/día, un AC de 13.77E+10 #colonias/día y MS de 1-52 E+10 #colonias/día, un Margen de Seguridad de 10%.

El ACD es 0#colonias/día para la sub-cuenca (8) de Loiza **Abajo** ya que no existen fuentes precisadas de carga de coliformes fecales dentro de la sub-cuenca.

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 8-3 incluye una AC individual para cada

categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 8-9.

La Tabla 8-3 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 8-3
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 8: Loiza Baja (8)	Carga Actual (#colonias/año)	Reducción Porcentual	Capacidad de Carga (#colonias/año)	TMDL (#colonias/día)
Carga total	7.64 E+14	92.7	5.558E+13	15.29E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	N/a	0.558E+13	1.52 E+10
Asignaciones de Carga de desperdicios*:				
PTAU u otra fuente NPDES	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00E+00
Desvío de Estación de bombeo	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícola	0.309 E+13	0	0.309 E+13	0.85 E+10
Pastos (OAAs)	1.32 E+13	90	0.132 E+13	0.36 E+10
Bosque	0.0174E+13	0	0.0174 E+13	0.05 E+10
Urbana	0.0082E+13	0	0.0082E+13	0.02E +10
Séptico	7.47 E+14	93.9	4.56E+13	12.49 E+10

* Ninguna instalación con permiso NPDES (PTAUs, OAAs, Escorrentía, etc.)

8.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por fuentes precisadas y dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada

PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

No existen fuentes precisadas en esta sub-cuenca. Sin embargo, esta fuente dispersa basada en el TMDL incluye un plan de implantación que contiene recomendaciones de manejo para la reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas de manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

8.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen plantas de tratamiento de agua, flujos de sistemas de disposición de desperdicios defectuosos/desvíos, operaciones de alimentación de animales/pastoreo, escorrentía de terrenos boscosas, agrícola y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 8.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Controles de operación de Alimentación de Animales/**pastoreo**

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas recomendadas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir la entrada de cargas de coliformes

fecales a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para OAA/pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo en los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización. Para reducir las fallas de estructuras de contención de 10 a 1 porciento, se necesita implantar un programa agresivo de servicio a la comunidad y programa de inspección para asegurar que las estructuras de contención de desperdicios esten correctamente localizadas y mantenidas.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 1.19 E+13 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a los cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de fallo a menos de 5.0% es necesaria. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 7.014E+14 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de las BMPs según propuestas por la EPA en el borrador del permiso reducirá los coliformes fecales de esta fuente.

8.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Este método require que se efectúe monitoreo para la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. El monitoreo de calidad de agua ha sido llevado a cabo por la USGS en la estación de monitoría de la USGS 50055000 en el Río Grande de Loiza trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras a la calidad de agua y asegurar que se logre el estándar de calidad de agua fecal.

9.0 RIO GURABO (9)

9.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca (9) del Río Gurabo está localizada en la porción este de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 19,390 acres (Ver la Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. No existen Unidades de Evaluación (UE) de Categoría 5 dentro de esta sub-cuenca. Existe una Unidad de Evaluación Categoría 3 - PRER0108d_00, Río Gurabo de 37.7 millas de larga. Esta UE origina en la sub-cuenca (10) del Río Gurabo y culmina en esta sub-cuenca. La lista 303(d) de Puerto Rico del 2004, categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de importancia es coliformes fecales.

9.2 Fuentes de Contaminantes y Evaluaciones

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Gurrabo y proponer respuestas apropiadas de manejo. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

9.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

Actualmente existe una fuente precisada localizada dentro de la sub-cuenca (9) del Río Gurabo que es la PTA de Juncos (Refierase a la Tabla 9-1). Las cargas de coliformes fecales de una planta de tratamiento no son significativas al compararse con otras fuentes como desbordes de alcantarillado. Porciones de esta sub-cuenca son servidas por la PTAU de Juncos. Sin embargo, la PTAU de Juncos descarga a la sub-cuenca (10) del Río Gurabo. Además, los municipios en Puerto Rico aún no han implantado un programa de permiso de control de contaminación de escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

TABLA 9-1
FUENTES PRECISADAS

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MEPA	Coliformes Fecales (#/100mL)	Total Coliformes (#/100mL)	Flujo (mgd)	Agua Receptora
PTA Juncos	PR0022811	PR6	200, N/A, (N/A), N/A		0.104, 0.086(1), 0.086-0.086	Río Gurabo

*Los límites de permisos, valores promedio de descarga (número de valores de descarga reportados), alcance de los valores de descarga.

9.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron sistemas de operaciones de alimentación de animales/pastoreo (OAA), sistemas sépticos defectuosos, escorrentía de áreas boscosas, y escorrentía agrícola y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y fue calculada una carga total de esta categoría. Se asumió que las cargas de coliformes fecales estaban asociadas con todos los pastos designados. Las operaciones de alimentación de animales incluyen dos granjas de caballos y se identifica en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Fallas en Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícola, humedales, etc. La carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría fue entonces calculada. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

9.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

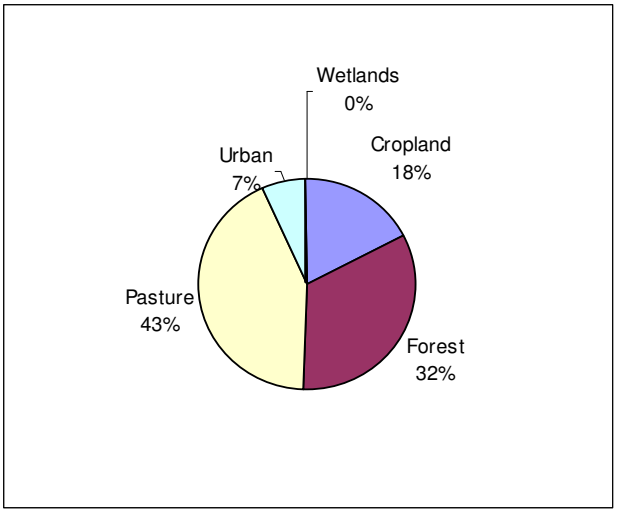
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 9-2 y se reseña en la Figura 9-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada a la población total para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para el Río Gurabo (9), la población con sistema de alcantarillado es 13,894. El resto de la población de 15,132 no tiene disponible sistema de recogido de desperdicios.

TABLA 9-2
SUB-CUENCA (9) RIO GURABO
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	3,432
Bosque	6,294
Pastos	8,370
Urbana	1,281
Humedales	0
Total	19,390

FIGURA 9-1
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA (9) RIO GURABO

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 9.2, fueron calculadas las cargas de coliformes fecales de cada categoría de fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes dispersas para la sub-cuenca (9) del Río Gurabo se repiten para conveniencia en la Tabla 9-3. La carga de fuente precisada es de la PTA de Juncos. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas relacionadas con operaciones de alimentación de animales, y asociadas con terrenos boscosos, agrícola, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 9-3
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	4.99 E+13
Pastos (OAAs)	2.02 E+14
Bosque	5.81 E+12
Urbana	1.34 E+11
Séptico	1.39 E+15
Subtotal	1.65 E+15
PTAU	0.00 E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	**1.65 E+15**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastos incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

9.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

9.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

No existen estaciones de monitoreo de calidad de agua, dentro la sub-cuenca (9) de Río Gurabo. Las cargas de coliformes fecales fueron calculadas basadas en la escorrentía de categorías de uso de terrenos arriba indicadas (ver Sección 9.3).

9.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de

modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativas como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

9.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto en eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastizal o agricultura) y a condiciones climatológicas de promedio secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

9.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas

modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además a la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 9-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 33.97 E+10#colonias/día. Este *TMDL* consiste de ACD de .0009 E+10 #colonias/día, un AC de 30.96E+10 #colonias/día y MS de 3.01 E+10 #colonias/día, un Margen de Seguridad de 10%.

Todo la ACD (.0009E+10#colonias/día) es asignada a la PTA de Juncos. La ACD esta basada en el límite del permiso de 200 #colonias/100mL siendo aplicadas a la descarga y flujo de aguas usadas de 0.105 mgd. Las cargas de áreas con sistema de alcantarillado fueron asignadas a la PTAU de Juncos en la sub-cuenca (10) del Río Gurarbo

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 9-4 incluye una AC individual para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 9.9.

La Tabla 9-4 provee un resumen de las cargas actuales y el **TMDL**.

TABLA 9-4
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 9: Río Gurabo (9)	**Carga Actual (#colonias/año)**	**Reducción Porcentual**	**Capacidad de Carga (#colonias/año)**	**TMDL (#colonias/día)**
Carga total	1.65 E+15	92.5	1.24E+14	33.97E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	0.110E+14	3.01 E+10
Asignaciones de Carga de Contaminantes:				
PTAU u otra fuente NPDES	deminimus	0	0.00033E+14	0.009E+10
Desvío de Estación de bombeo	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícola	0.499 E+14	0	0.499 E+14	13.67E+10
Pastos (OAAs)	2.02 E+14	90	0.202 E+14	5.53 E+10
Bosque	0.058 E+14	0	0.058 E+14	1.58 E+10
Urbana	0.0013E+14	0	0.013 E+14	0.35E +10
Séptico	1.39 E+15	97.4	0.359E+14	9.84 E+10

9.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto las fuentes precisadas como dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

No existen fuentes precisadas a esta sub-cuenca. Sin embargo, esta fuente dispersa basada en el TMDL incluye un plan de implantación que contiene recomendaciones de manejo para la reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y

no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

9.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen plantas de tratamiento de agua, flujos de sistemas de disposición de desperdicios defectuosos/desvíos, operaciones de alimentación de animales/pastoreo, escorrentía de terrenos boscosos, agrícola y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 9.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Controles de operación de Alimentación de Animales/pastoreo

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas recomendadas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir la entrada de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para OAA/pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización. Para reducir las fallas de estructuras

de contención de 10 a 1 porciento, se necesita implantar un programa agresivo de servicio a la comunidad y programa de inspección para asegurar que las estructuras de contención de desperdicios están correctamente localizadas y mantenidas.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 1.82 E+14 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a los cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de fallo a menos de 2.0% es necesaria. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no pueden funcionar adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 1.354E+15 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1.

Sin embargo, la implantación de las BMPs según propuestas por la EPA en el borrador del permiso reducirá los coliformes fecales de esta fuente.

9.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Como parte de la Fase 2, se debe establecer un plan de monitoreo para evaluar la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. Este plan de monitoreo de calidad de agua deberá incluir una estación de monitoreo dentro de la sub-cuenca (9) del Río Gurabo para poder lograr esta meta.

10.0 RIO GURABO (10)

10.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca (10) del Río Gurabo está localizada en la porción sureste de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 11,605 acres (Ver la Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. Existe una Unidad de Evaluación (UE) de Categoría 5 (UE) PRER0108h_02, Río Valenciano, dentro de esta sub-cuenca la cual es 6.9 millas de largo. Existe una Unidad de Evaluación Categoría 3 - PRER0108d_00, Río Gurabo de 37.7 millas de largo. Esta UE origina en esta sub-cuenca y culmina en la sub-cuenca (9) del Río Gurabo. La lista 303(d)de Puerto Rico del 2004 categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de importancia es coliformes fecales.

10.2 Fuentes de Contaminantes y Evaluaciones

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Gurrabo y proponer respuestas apropiadas de manejo. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

10.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

Existen cinco fuentes precisadas potenciales localizadas en la sub-cuenca (10) del Río Gurabo y son dos plantas de tratamiento de aguas usadas (PTAU), dos plantas de tratamiento de agua potable (PT) y una instalación de escorrentía industrial (Ver la Tabla 10-1). Las fallas de estaciones de bombeo y desbordes del alcantarillado también contribyen a la carga de contaminante a la columna de agua. La siguiente table provee para cada instalación el número de permiso, límite de permiso, valor promedio de descarga, número de valores de descarga reportados, el alcance de los valores de descarga para coliformes fecales y coliformes totales y el agua receptora. Las cargas de plantas de tratamiento de aguas usadas fueron determinadas basadas en la evaluacion de los Reportes de Monitoreo de Descargas (RMDs) para los últimos tres años consecutivos. Se inspeccionó cada PTAU y estación de bombeo de desperdicio de AAA para verificar en el campo su presencia, al igual que sus características operacionales. Las cargas de estaciones de bombeo de desperdicios y otros desvíos de sistemas de recogido fueron estimadas a base de la presunción de que dentro del sistema de recogido de cada PT, los desvíos de desperdicios crudos equivalían a 1% del volumen de flujo de la PTAU. Esta presunción fue lograda luego de la evaluación de los informes de desvíos y récords mantenidos por AAA y EPA, y se considera razonable para el desarrollo de este TMDL Fase 1. Además, los municipios en Puerto Rico aún no han implantado un programa de permiso de control de contaminación de escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

TABLA 10-1
FUENTES PRECISADAS

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MEPA	Coliformes Fecales (#/100mL)	Total Coliformes (#/100mL)	Flujo (mgd)	Agua Receptora
PTA Juncos	PR0020567	P3	2000, 29006(8), 2-160000	10000, 90387(8), 3-7160000	1.2, 1.70(12), 1.509-2.277	Río Valenciano
PT Ceiba Sur	PR0025119	PR4	2,000, 2(2), 2-2		0.10, .059(8), .03-.07	Río Valenciano
PT Jagual San Lorenzo	PR0025470	PR5	2000, 96(2), 24-168	10000, 73750(8),	0.042, 0.218(7),	Quebrada Blanca

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MEPA	Coliformes Fecales (#/100mL)	Total Coliformes (#/100mL)	Flujo (mgd)	Agua Receptora
				3000-160000	0.0189-0.027	
Hersey Puerto Rico (antes Life Savers) (escorrentía)	PR0023248	NP4	N/A	N/A	N/A,4.29(10), 0.117-16.251	Quebrada Sin Nombre
Escuela S.U. Ribera Molina	PR0024309	NP8	2000,106(9), 2-674	10000, 222(9), 20-110	0.017, .0047(9), .002-.15	Quebrada Valencio

*Los límites de permisos, valores promedio de descarga, número de valores de descarga reportados, alcance de los valores de descarga del 2004.

10.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron sistemas de operaciones de alimentación de animales/pastoreo (OAA), sistemas sépticos defectuosos, escorrentía de áreas boscosas, y escorrentía agrícola y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y fue calculada una carga total de esta categoría. Se presumió que las cargas de coliformes fecales estaban asociadas con todos los pastos designados. Las operaciones de alimentación de animales incluyen dos granjas de caballos y se identifica en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto

Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícola, humedales, etc. La carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría fue entonces calculada. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

10.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

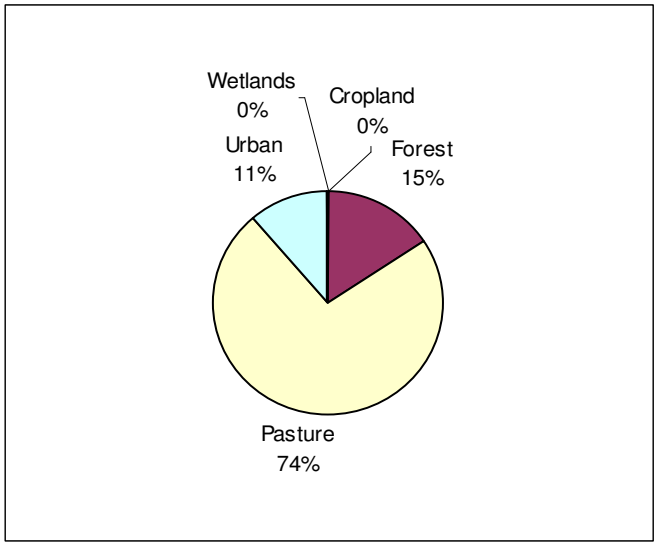
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 10-2 y se reseña en la Figura 10-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada a la población total para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para la sub-cuenca del Río Gurabo (10) la población con sistema de alcantarillado es 6,215. El resto de la población de 16,906 no tiene disponible sistema de recogido de desperdicios.

TABLA 10-2
SUB-CUENCA (10) RIO GURABO
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	39
Bosque	1,789
Pastos	8,461
Urbana	1,315
Humedales	0
Total	11,605

FIGURA 10-1
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA (14) LOIZA ARRIBA

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 10.2, fueron calculadas las cargas de coliformes fecales de cada categoría fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes

fecales de fuentes dispersas para la sub-cuenca (14) de Loiza Arriba se repiten para conveniencia en la Tabla 10-3. No existen cargas de fuentes precisadas excepto la carga pequeña de la PT de Quebrada Arena de la AAA. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas relacionadas con operaciones de alimentación de animales, y asociadas con terrenos boscosos, agrícola, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 10-3
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	5.72 E+11
Pastos (OAAs)	2.04 E+14
Bosque	1.65 E+12
Urbana	1.37 E+11
Séptico	1.45 E+15
Subtotal	1.66 E+15
PTAU	1.06 E+12
Estación de Bombeo	1.35 E+14
Subtotal	1.36 E+14
TOTAL	**1.79 E+15**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastizales incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

10.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

10.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

La data de calidad de agua la Junta de Calidad Ambiental para coliformes fecales y coliformes totales muestreados en la Estacón L-1 de la JCA (Río Valenciano) se presentan en un plano cronológico para mostrar las tendencias temporales y anuales durante el período de tiempo disponible (1997-2004). También se presenta data como probabilidad de distribuciones para mostrar el status de cumplimiento con los estándares de calidad de agua. La revisión de esta data (Figuras A-14 y A-19 en el Apéndice A) muestra la media geométrica de coliformes fecales y un estándar de calidad de agua de 20 percentil a ser substancialmente excedido. En esta estación, el plano de probabilidad muestra que el estándar de exceso de 20% se viola más del 40% del tiempo.

10.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativas como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

10.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes

ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y promedio a condiciones climatológicas secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

10.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de

carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además de la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 10-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

El TMDL, ACDs, ACs y MSs para esta Unidad de Evaluación es 24.54 E+10 colonias/día. Este TMDL consiste de un ACD de 0.47 E +10 #colonias/día, un AC de 21.61 E+10 #colonias/día y un MS de 2.45 E+10 #colonias/día, un Margen de Seguridad de 10%.

Se calculó la ACD para las PTs de Ceiba Sur y el Jagual San Lorenzo, y S.U. Rivera Molina utilizando el límite de permiso de 200 #colonias/100mL y el flujo presentado en la Tabla 10-4. El resto del total de la ACD fue asignada a la PTAU de Juncos. En 2.2 mgd, el límite de permiso para la PTAU de Juncos necesitaría 42#colonias/100mL para que se logre el ACD. Sin embargo, la PTAU de Juncos está programada a ser eliminada en noviembre 2008 y el flujo desviado a la PTAU de Caguas. El ACD está asignado como sigue (ver Tabla 10-4):

TABLA 10-4
ASIGNACION DE CARGA DE CONTAMINANTES

Instalación	Flujo (mgd)	Carga Coliformes Fecales (#colonias/día)
PTAU Juncos	2.2	0.35 E+10
PT Ceiba Sur	0.10	0.076 E+10
PT Jagual San Lorenzo	0.042	0.031 E+10
S.U. Ribera Molina	0.017	0.024 E+10

La instalación con permiso NPDES Hersey-Puerto Rico consiste solamente de escorrentía del área industrial y no tiene límites de coliformes, y por lo tanto, no se le asigna carga.

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 10-5 incluye una AC individual para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 10.9.

La Tabla 10-5 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 10-5
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 10: Río Gurabo (10)	**Carga Actual (#colonias/año)**	**Reducción Porcentual**	**Capacidad de Carga (#colonias/año)**	**TMDL (#colonias/día)**
Carga total	1.79 E+15	95.0	8.96E+13	24.54E+10
MSs explícitos = 10%			0.90E+13	2.45 E+10
Asignaciones de Carga de desperdicios:				
PTAU u otra fuente NPDES	1.06 E+12	0	0.171 E+13	0.47E+10
Desvío de Estación de bombeo	1.35 E+14	100	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícola	0.0572 E+13	0	0.0572E+13	0.16 E+10
Pastos (OAAs)	2.04 E+14	90	2.04 E+13	5.59 E+10
Bosque	0.165 E+13	0	0.165 E+13	0.45 E+10
Urbana	0.0137E+13	0	0.0.137E+13	0.04E +10
Séptico	1.45 E+15	96.1	5.61 E+13	15.37 E+10

10.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por fuentes precisadas como fuentes dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

Esta fuente dispersa basada en el TMDL incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones para reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más

factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

10.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen plantas de tratamiento de aguas usadas, planta de tratamiento de agua potable, flujos de sistemas de disposición de desperdicios defectuosos/desvíos, operaciones de alimentación de animales/pastoreo, escorrentía de terrenos boscosos, agrícola y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 10.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Controles de Plantas de Tratamiento de Aguas Usadas

El Programa de Mejoras de Capital de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillado de Puerto Rico (AAA) incluye proyectos para aumentar la capacidad de la PTAU de Caguas y eliminar la PTAU de Juncos y desviar las aguas usadas a la PTAU de Caguas. La PTAU de Juncos esta programada a ser eliminada en noviembre 2008. Cuando se desvíen las aguas usadas se logrará la ACD para la PTAU de Juncos.

Eliminación de Desvío de Estación de Bombeo de Desperdicios

La implantación de un programa de manejo activo tal y como el programa de EPA

"Voluntary Capacity Management Operation and Maintenance" con el objetivo de eliminar estos desvíos resultará en la eliminación de 1.35 E+14 #colonias/año.

Controles de operación de Alimentación de Animales/pastoreo

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas recomendadas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir la entrada de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para OAA/pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización. Para reducir las fallas de estructuras de contención de 10 a 1 porciento, se necesita implantar un programa agresivo de servicio a la comunidad y programa de inspección para asegurar que las estructuras de contención de desperdicios están correctamente localizadas y mantenidas.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 1.84 E+14 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a los cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una

meta para reducir la tasa de fallo a menos de 5.0% es necesaria. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 1.3939E+15 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de los BMPs según propuesta por la EPA en el borrador de permiso reducirá aún más los coliformes fecales de estas fuentes.

10.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Este método requiere que se efectúe monitoreo a la respuesta de la calidad de agua de los cuerpos de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. Se ha efectuado monitoreo de calidad de agua por la JCA en su estación de monitoreo de calidad de agua L-1 en el Río Valenciano trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras en la calidad de agua y asegurarán que el estándar de calidad de agua fecal sea logrado.

11.0 RIO TURABO (11)

11.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca (11) del Río Turabo está localizada en la porción suroeste de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 18,599 acres (Ver la Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. Existen dos Unidades de Evaluación (UE) de Categoría 5 dentro de esta sub-cuenca. La primera es PRER0110f_02, Río Turabo, de 12.3 millas de largo. La segunda es PRER0110e_00 Río Turabo, la cual es 29 millas de largo, y origina en esta sub-cuenca y culmina en la sub-cuenta (8) de Loiza Baja. Existen dos UE Categoría 3 en esta sub-cuenca - PRER0110f_01 Río Turabo, 15.9 millas de largo y PRER0110g_00, 12.2 millas de largo. La lista 303(d) de Puerto Rico de 2004 categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de importancia es coliformes fecales.

11.2 Fuentes de Contaminantes y Evaluaciones

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Gurrabo y proponer respuestas de manejo apropiadas. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

11.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

Al presente, existen seis fuentes precisadas potenciales localizadas en la sub-cuenca (Tabla 11-1), una planta de tratamiento de aguas usadas (PTAU); dos plantas de tratamiento de agua potable (PT) y una instalación de escorrentía industrial con tres descargas permitidas. Las cargas de la otra fuente precisada son fallas de estaciones de bombeo y desbordes de alcantarillado que contribuyen a la carga de contaminantes a la columna de agua. Las PTAUs, PTs y estaciones de bombeo de AAA fueron inspeccionadas en el campo para verificar su presencia, al igual que sus características operacionales. Las cargas de estaciones de bombeo de desperdicios y otros desvíos de sistemas de recogido fueron estimadas a base de la presunción de que dentro del sistema de recogido de cada PT,

los desvíos de desperdicios crudos equivalían a 1% del volumen de flujo de la PTAU. Esta presunción fue lograda luego de la evaluación de los informes de desvíos y récords mantenidos por AAA y EPA, y se considera razonable para el desarrollo de este TMDL Fase 1. Además, los municipios en Puerto Rico aún no han implantado un programa de permiso de control de contaminación de escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

TABLA 11-1
FUENTES PRECISADAS

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MAPA	Flujo (mgd)	Agua Receptora
PTAU Parcelas Borinquen	PR0025101	P5	0.30, 0.3472(12), 0.22-0.566	Quebrada Arena
PT Caguas	PR0022888	PR2	0.62, 0.17(8), 0.14-0.297	Quebrada Los Quebradullas
PT San Salvador	PR0026018	PR9	0.024, 0.00831(7), 0.008 0.0102	Quebrada Morena
SP Pharmco 90 (1) (antes Sk&B) - C	PR0021997	NP9	0.162, N/A (N/A), N/A	QB Quebradillas
SP Pharmco 90 (1) (antes Sk&B) - D	PR0021997	NP10	0.162, N/A (N/A), N/A	QB Quebradillas
SP Pharmco 90 (1) (antes Sk&B) – E	PR0021997	NP11	0.162, N/A (N/A), N/A	QB Quebradillas

*Los límites de permisos, valores promedio de descarga, número de valores de descarga reportados, alcance de los valores de descarga.
(1) Descarga de escorrentía solamente.

11.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron sistemas de operaciones de alimentación de animales/pastoreo (OAA), fallas de sistemas sépticos, escorrentía de áreas boscosas, y escorrentía agrícola y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y fue calculada una carga total de esta categoría. Se presumió que las cargas de coliformes fecales estaban relacionados con todos los pastos designados. Las operaciones de alimentación de animales incluyen dos granjas de caballos y se identifica en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícola, humedales, etc. La carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría fue entonces calculada. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para

escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

11.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

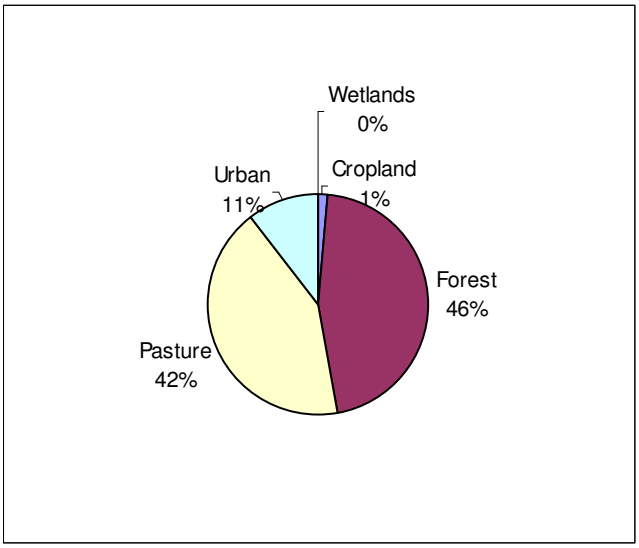
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 11-2 y se reseña en la Figura 11-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada a la población total para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para el Río Turabo (LSPC Segmento 11), la población con sistema de alcantarillado es 20,666. El resto de la población de 17,884 no tiene disponible sistema de recogido de desperdicios.

TABLA 11-2
SUB-CUENCA (11) RIO TURABO
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	243
Bosque	8,550
Pasto	7,343
Urbana	1,976
Humedales	0
Total	18,599

FIGURA 11-1
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA (11) LOIZA ARRIBA

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 11.2, fueron calculadas las cargas de coliformes fecales de cada categoría fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes precisadas y fuentes para la sub-cuenca (11) Río Turabo se repiten para conveniencia en la Tabla 11-3. Las cargas de fuentes precisadas incluyen PTAU, PT y fallas de estaciones de bombeo. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas relacionadas con operaciones de alimentación de animales, y asociadas con terrenos boscosos, agrícola, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 11-3
FUENTES DE CARGAS DE CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	6.24 E+12
Pastos (OAAs)	3.34 E+14
Bosque	1.47 E+13
Urbana	3.72 E+11
Séptico	2.57 E+15
Subtotal	2.93 E+15
PTAU	1.86 E+10
Estación de Bombeo	3.09 E+13
Subtotal	3.11 E+13
TOTAL	**2.96 E+15**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastos incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

11.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

11.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

La data de calidad de agua la Junta de Calidad Ambiental para coliformes fecales y coliformes totales muestreados en la Estación L-5 de la JCA (Río Turabo) se presentan en un plano cronológico para mostrar las tendencias temporales y anuales durante el período de tiempo disponible (1997-2004). También se presenta data como probabilidad de distribuciones para mostrar el status de cumplimiento con los estándares de calidad de agua. La revisión de esta data (Figuras A-18 y A-19 en el Apéndice A) muestra la media geométrica de coliformes fecales y un estándar de calidad de agua de 20 percentil a ser substancialmente excedido. En esta estación, la grafica de probabilidad muestra que el estándar de exceso de 20% se viola más del 50% del tiempo.

11.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en

el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativas como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

11.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y a condiciones climatológicas de promedio a secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

11.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además a la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 11-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 48.48 E+10 #colonias/día. Este TMDL consiste de un ACD de 0.43 E+10 #colonias/día, un AC de 43.14 E+10 #colonias/día y un MS de 4.85 E+10 #colonias/día, un Margen de Seguridad de 10%.

La ACD para cada fuente precisada está basada en el límite de permiso de 200 #colonias/100mL siendo aplicadas a la descarga del flujo de aguas usadas mostradas en la Tabla 11-4.

TABLA 11-4
ASIGNACION DE CARGA DE CONTAMINANTES

Instalación	Flujo (mgd)	Carga de Coliformes fecales (#colonias/año)	Carga Coliformes Fecales (#colonias/día)
PTAU Parcelas Borinquen	0.30	0.099 E+13	0.27 E+10
PT Caguas	0.17	0.056 E+13	0.15 E+10
PT San Salvador	0.0083	0.0027 E+13-4	0.007 E+10

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 11-5 incluye una AC individual para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 11-9.

La Tabla 11-5 provee un resumen de las cargas actuales y el **TMDL.**

TABLA 11-5
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 11: Río Turabo (11)	Carga Actual (#colonias/año)	Reducción Porcentual	Capacidad de Carga (#colonias/año)	TMDL (#colonias/día)
Carga total	2.96 E+15	94.0	17.7 E+13	48.48 E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	1.78 E+13	4.85 E+10
Asignaciones de Carga de desperdicios:				
PTAU u otra fuente NPDES	1.06 E+12		0.17 E+13	0.43 E+10
Desvío de Estación de bombeo	1.35 E+14	100	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícola	0.624 E+13	0	0.624 E+13	1.71 E+10
Pastos (OAAs)	3.34 E+14	90	3.34 E+13	9.15 E+10
Bosque	1.47 E+13	0	1.47 E+13	4.02 E+10
Urbana	0.0372 E+13	0	0.0372 E+13	0.10E +10
Séptico	2.57 E+15	96	10.28E+13	28.16 E+10

11.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto las fuentes precisadas como dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

Esta fuente dispersa basada en la TMDL incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones para reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

11.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen plantas de tratamiento de agua, desvíos de estaciones de bombeo, desbordes de sistemas de alcantarillado debido a roturas de líneas y obstrucciones, flujos de sistemas de alcantarillado defectuosos/desvíos, operaciones de alimentación de animales, operaciones de pastoreo, escorrentía de terrenos boscosos, agrícola y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 11.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de

las opciones manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Controles de Plantas de Tratamiento de Aguas Usadas

El Programa de Mejoras de Capital de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillado de Puerto Rico (AAA) incluye proyectos para aumentar la capacidad de la PTAU de Caguas y eliminar la PTAU de las Parcelas Borinquen y desviar las aguas usadas a la PTAU de Caguas. La PTAU de las Parcelas Borinquen esta programada a ser eliminada en agosto 2012. Cuando se desvíen las aguas usadas la ACD para la PTAU de las Parcelas Borinquen se logrará.

Eliminación de Desvío de Estación de Bombeo de Desperdicios

La implantación de un programa de manejo activo tal y como el programa de EPA "Voluntary Capacity Management Operation and Maintenance" con el objetivo de eliminar estos desvíos resultará en la eliminación de las cargas de coliformes fecales de esta fuente.

Controles de operación de Alimentación de Animales/pastoreo

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas recomendadas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir la entrada de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para OAA/pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización. Para reducir las fallas de estructuras de contención de 10 a 1 porciento, se necesita implantar un programa agresivo de servicio a la comunidad y programa de inspección para asegurar que las estructuras de contención de desperdicios están correctamente localizadas y mantenidas.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 3.01 E+14 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a los cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de deficiencia a menos de 5.0% es necesaria. Esta meta se puede lograr mediante la manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 2.47E+14 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de los BMPs según propuesta por la EPA en el borrador de permiso reducirá aún más los coliformes fecales de estas fuentes.

11.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Este método requiere que se efectúe monitoreo a la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. Se ha efectuado monitoreo de calidad de agua por la JCA en su estación de monitoreo de calidad de agua L-5 en el Río Turabo trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras en la calidad de agua y asegurarán que el estándar de calidad de agua fecal sea logrado.

12.0 LOIZA ARRIBA (12)

12.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca (12) de Loiza Arriba está localizada en la porción central de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 11,767 acres (Ver la Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. Existen dos Unidades de Evaluación (UE) de Categoría 5 dentro de esta sub-cuenca. La primera es PRER0110h_02, Río Grande de Loiza, de 11.9 millas de largo. La segunda es PRER0110e_00 Río Grande de Loiza, la cual es 29 millas de largo, y culmina en la sub-cuenta (8) de Loiza Abajo. Esta UE está ramificada con una porción que se origina en esta sub-cuenca y la otra que se origina en la sub-cuenta (11) del Río Turabo. Existe una UE Categoría 3 en esta sub-cuenca - PRER0110h_01 Río Grande de Loiza, 15 millas de largo. La lista 303(d) de Puerto Rico del 2004 categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de importancia es coliformes fecales.

12.2 Evaluación de Fuentes

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Gurrabo y proponer respuestas de manejo apropiadas. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

12.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

Existen tres fuentes precisadas potenciales dentro de la sub-cuenta (12) de Loiza Arriba que incluye una planta de tratamiento de aguas usadas (PTAU), una planta de tratamiento de agua potable (PT) y una escuela (Ver Tabla 12-1). Las fallas de estaciones de bombeo y desbordes de alcantarillados también contribuyen a la carga de contaminantes a la columna de agua. Cada PTAU y estaciones de bombeo de AAA fueron inspeccionadas en el campo para verificar su existencia, al igual que sus características operacionales. Las cargas de estaciones de bombeo de desperdicios y otros desvíos de sistemas de recogido fueron estimadas a base de la presunción de que dentro del sistema de recogido de cada PT, los desvíos de desperdicios crudos equivalían a 1% del volumen de flujo de la PTAU. Esta presunción fue lograda luego de la evaluación de los informes de desvíos y récords mantenidos por AAA y EPA, y se considera razonable para el desarrollo de este TMDL Fase 1. Además, los municipios en Puerto Rico aún no han implantado un programa permiso de control de contaminación de escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

TABLA 12-1
FUENTES PRECISADAS

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MAPA	Flujo (mgd)	Agua Receptora
PTAU San Lorenzo	PR0020834	P6	1.23, 1.10(11), 0.87-1.85	Río Grande de Loiza
PT San Lorenzo	PR0022870	PR8	0.236, 0.201(8), 0.150-0.250	Río Grande de Loiza
PRPBA Espino	PR0024287	NP6		Río Emajagua

*Los límites de permisos, valores promedio de descarga, número de valores de descarga reportados, alcance de los valores de descarga.

12.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron sistemas de operaciones de alimentación de animales/pastoreo (OAA),

sistemas sépticos defectuosos, escorrentía de áreas boscosas, y escorrentía agrícola y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y fue calculada una carga total de esta categoría. Se presumió que las cargas de coliformes fecales estaban asociados con todos los pastos designados. Las operaciones de alimentación de animales incluyen dos granjas de caballos y se identifica en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícola, humedales, etc. La carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría fue entonces calculada. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

12.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

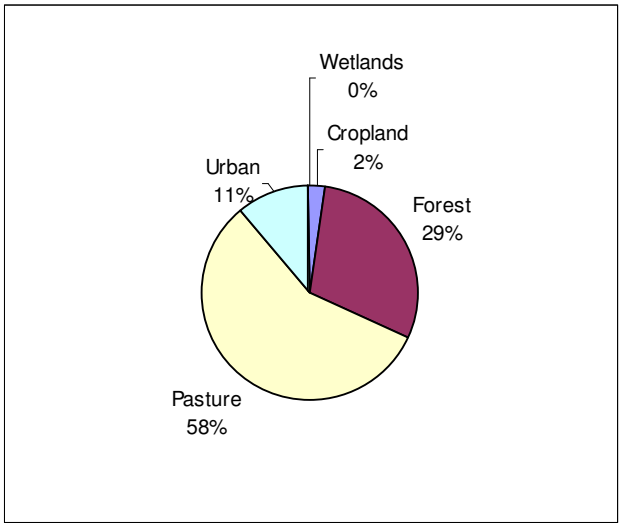
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 12-2 y se reseña en la Figura 12-1. La población sin alcantarillado según comparada a la población total para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para Loiza Baja (LSPC Segmento 12), la población con sistema de alcantarillado es 11,182. El resto de la población de 26,827 no tiene disponible sistema de recogido de desperdicios.

TABLA 11-2
SUB-CUENCA (12) LOIZA ARRIBA
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	281
Bosque	3,471
Pasto	6,715
Urbana	1,300
Humedales	0
Total	11,767

FIGURA 12-1
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA (12) LOIZA ARRIBA

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 12.2, fueron calculadas las cargas de coliformes fecales de cada categoría fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes precisadas y fuentes para la sub-cuenca (12) Loiza Arriba se repiten para conveniencia en la Tabla 12-3. No existen cargas de fuentes precisadas excepto la carga pequeña de la PT Quebrada Arena de la AAA. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas asociadas a operaciones de alimentación de animales, terrenos boscosos, agrícola, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 12-3
FUENTES DE CARGAS DE CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	7.22 E+12
Pastos (OAAs)	2.86 E+14
Bosque	5.97 E+12
Urbana	2.45 E+11
Séptico	1.95 E+15
Subtotal	2.25 E+15
PTAU	5.05 E+11
Estación de Bombeo	1.07 E+14
Subtotal	1.075 E+14
TOTAL	**2.36 E+15**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastos incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

12.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

12.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

La data de calidad de agua la Junta de Calidad Ambiental para coliformes fecales y coliformes totales muestreados en la Estación L-2 de la JCA (Río Grande de Loiza) se presentan en una grafica cronológica para mostrar las tendencias temporales y anuales durante el período de tiempo disponible (1997-2004). También se presenta data como probabilidad de distribuciones para

mostrar el status de cumplimiento con los estándares de calidad de agua. La revisión de esta data (Figuras A-15 y A-19 en el Apéndice A) muestra la media geométrica de coliformes fecales y la percentila 20 del estándar de calidad de agua es substancialmente excedido. En esta estación, la grafica de probabilidad muestra que el estándar de exceso de 20% se viola más del 60% del tiempo.

12.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativos como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

12.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y a condiciones climatológicas de promedio a secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

12.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además de la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarios para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales

las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 12-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 50.41 E+10 #colonias/día. Este TMDL consiste de un ACD de 2.02 E+10 #colonias/día, un AC de 43.44 E+10 #colonias/día y un MS de 4.95 E+10 #colonias/día, aproximadamente un Margen de Seguridad de 10%.

La ACD cada fuente precisada está basada en el límite de permiso de 200 #colonias/100mL siendo aplicadas a la descarga del flujo de aguas usadas mostradas en la Tabla 12-4.

TABLA 12-4
ASIGNACION DE CARGA DE CONTAMINANTES

Instalación	**Flujo (mgd)**	**Carga de Coliformes fecales (#colonias/año)**	**Carga Coliformes Fecales (#colonias/día)**
PTAU San Lorenzo	2.0	0.662 E+13	1.81 E+10
PT San Lorenzo	0.236	0.078 E+13	0.21 E+10

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 12-5 incluye una AC individual para cada categoría.

El logro de la ACD y AC se atiende en la Sección 12-9.

La Tabla 12-5 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL**.**

TABLA 12-5
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 12: Loiza Arriba (12)	**Carga Actual (#colonias/año)**	**Reducción Porcentual**	**Capacidad de Carga (#colonias/año)**	**TMDL (#colonias/día)**
Carga total	2.36 E+15	92.2	1.84 E+14	50.41 E+10
MSs explícitos = 10%			0.181 E+13	4.95 E+10
Asignaciones de Carga de desperdicios:				
PTAU u otra fuente NPDES	1.86 E+10		0.74 E+13	2.02E+10
Desvío de Estación de bombeo	3.09 E+13	100	0.00 E+00	0.00 E+00
Asignaciones de carga:				
Agrícola	0.072 E+14	0	0.072 E+14	1.97 E+10
Pastos (OAAs)	2.86 E+14	90	0.286 E+14	7.83 E+10
Bosque	0.059 E+14	0	0.059 E+14	1.16 E+10
Urbana	0.0024 E+14	0	0.0024 E+14	0.06E +10
Séptico	1.95 E+15	94	1.16 E+14	31.97 E+10

12.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por fuentes precisadas como dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

Esta fuente dispersa basada en el TMDL incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones para reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

12.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen plantas de tratamiento de agua, desvíos de estaciones de bombeo, desbordes de sistemas de alcantarillado debido a roturas de líneas y obstrucciones, flujos de sistemas de alcantarillado defectuosos/desvíos, operaciones de alimentación de animales/operaciones de pastoreo, escorrentía de terrenos boscosos, agrícola y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 12.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Controles de Plantas de Tratamiento de Aguas Usadas

El Programa de Mejoras de Capital de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillado de Puerto Rico (AAA) incluye proyectos para aumentar la capacidad de la PTAU de Caguas, eliminar la PTAU de San Lorenzo y desviar las aguas usadas a la PTAU de Caguas. La PTAU de San Lorenzo esta programada a ser eliminada en enero 2009. Cuando se desvíen las aguas usadas la ACD de San Lorenzo se logrará.

Eliminación de Desvío de Estación de Bombeo de Desperdicios

La implantación de un programa de manejo activo tal y como el programa de EPA "Voluntary Capacity Management Operation and Maintenance" con el objetivo de eliminar estos

desvíos resultará en la eliminación de las cargas de coliformes fecales de esta fuente.

Controles de operación de Alimentación de Animales/pastoreo

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas recomendadas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir la entrada de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para OAA/pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización. Para reducir las fallas de estructuras de contención de 10 a 1 porciento, se necesita implantar un programa agresivo de servicio a la comunidad y programa de inspección para asegurar que las estructuras de contención de desperdicios están correctamente localizadas y mantenidas.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 2.57 E+14 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de fallo a menos de 5.0% es necesaria. Esta meta se puede lograr mediante

la manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no pueden funcionar adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 1.834+15 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de los BMPs según recomendada en el TMDL Fase 1 para fósforo reducirá aún más los coliformes fecales de estas fuentes.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de los BMPs según recomendada por la EPA en su borrador de permiso reducirá aún más los coliformes fecales de estas fuentes.

12.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Este método requiere que se efectúe monitoreo a la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. Se ha efectuado monitoreo de calidad de agua por la JCA en su estación de monitoreo de calidad de agua L-2 en el Río Grande de Loiza trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras en la calidad de agua y asegurarán que el estándar de calidad de agua fecal se logre.

13.0 LOIZA ARRIBA (13)

13.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca (13) de Loiza Arriba está localizada en la porción sur de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 16,507 acres (Ver la Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. No existen Unidades de Evaluación (UE) de Categoría 5 dentro de esta sub-cuenca. Existen dos UE Categoría 3 en esta sub-cuenca. La primera es PRER0110k_00, Río Grande de Loiza, de 24.3 millas de largo. La segunda es PRER0110i_01 Río Grande de Loiza, la cual es 12.7 millas de largo, y culmina en la sub-cuenta (14) de Loiza Arriba. La lista 303(d) de Puerto Rico de 2004 categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de importancia es coliformes fecales.

13.2 Evaluación de Fuentes

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Gurrabo y proponer respuestas de manejo apropiadas. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

13.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

Al presente, existen solamente tres fuentes precisadas potenciales dentro de la sub-cuenca (132) de Loiza Arriba que incluye dos plantas de tratamiento (PT) y una escuela. La PT (PT Quebrada Honda y PT Espino) actualmente operan sin un permiso NPDES. Las cargas de coliformes fecales de una planta de tratamiento y escuela no son significativa al compararse con otras fuentes. Además, los municipios en Puerto Rico aún no han implantado un programa de permiso de control de contaminación de escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

TABLA 13-1
FUENTES PRECISADAS

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MAPA	Coliformes Fecales (#/100mL)	Coliformes Totales (#/100mL)	Flujo (mgd)	Agua Receptora
PT Quebrada Honda	No disponible	NF6	No disponible	No disponible	No disponible	Quebrada Honda
PT Espino	No disponible	NF1	No disponible	No disponible	No disponible	Río Emajagua
PRPBA Espino	PR0024287	NP6	200,286(10), 2-2154	10000, 2145 (10), 2-12000	0.015, 0.011 (10), 0.07-0.015	Río Emajagua

*Los límites de permisos, valores promedio de descarga, número de valores de descarga reportados, alcance de los valores de descarga.

13.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron sistemas de operaciones de alimentación de animales/pastoreo (OAA), sistemas sépticos defectuosos, escorrentía de áreas boscosas, y escorrentía agrícola y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y fue calculada una carga total de esta categoría. Se presumió que las cargas de coliformes fecales estaban asociados con todos los pastos designados. Las operaciones de alimentación de animales incluyen dos granjas de caballos y se identifica en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto

Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícola, humedales, etc. La carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría fue entonces calculada. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

13.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 13-2 y se reseña en la Figura 13-1. La población sin alcantarillado según comparada a la población total para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para Loiza **Arriba** (Río Cayaguas) (LSPC Segmento 14), la población total de 5,785 no tiene alcantarillado.

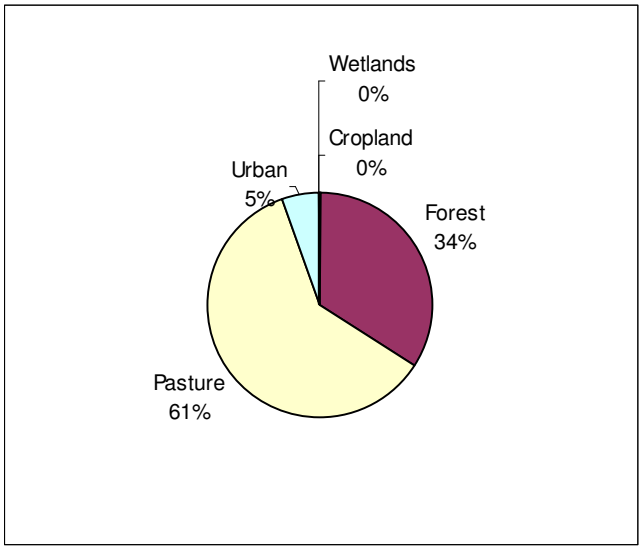
TABLA 13-2

SUB-CUENCA (13) RIO TURABO
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	66
Bosque	5,415
Pastos	9,728
Urbana	848
Humedales	0
Total	16,057

FIGURA 13-1
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA (13) LOIZA ARRIBA

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 13.2, fueron calculadas las cargas de coliformes fecales de cada categoría fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes precisadas y fuentes para la sub-cuenca (13) Loiza Arriba se repiten para

conveniencia en la Tabla 13-3. No existen cargas de fuentes precisadas excepto la carga pequeña de la PT Quebrada Arena de la AAA. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas asociadas a operaciones de alimentación de animales, terrenos boscosos, agrícola, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 13-3
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	1.71 E+12
Pastos (OAAs)	4.15 E+14
Bosque	9.32 E+12
Urbana	1.60 E+11
Séptico	1.26 E+15
Subtotal	1.69 E+15
PTAU	0.00 E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	**1.69 E+15**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastizales incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

13.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

13.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

La Junta de Calidad Ambiental (JCA) mantiene una estación de monitoría de calidad de agua, Estación de monitoría L-3 (Estación 3 en la Figura IV-1), Río Grande de Loiza cerca de San Lorenzo. La data para coliformes fecales y coliformes totales muestreada en esta estación durante el período (1997-2004). También se presenta data como probabilidad de distribuciones para mostrar el status de cumplimiento con los estándares de calidad de agua. La revisión de esta data (Figuras A-16 y A-19 en el Apéndice A) muestra la media geométrica de coliformes fecales y la percentila 20 del estándar de calidad de agua es substancialmente excedido. En esta estación, grafica de probabilidad muestra que el estándar de exceso de 20% se viola más del 60% del tiempo.

13.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativos como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

13.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes

ocurren durante todas las estaciones de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y promedio a condiciones climatológicas secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

13.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de

carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además a la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarios para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 13-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para las dos condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 41.64 E+10 #colonias/día. Este TMDL consiste de un ACD de 0.11 E+10 #colonias/día, un AC de 36.47 E+10 #colonias/día y un MS de 5.06 E+14 #colonias/día, un Margen de Seguridad de 10%.

La ACD cada fuente precisada está basada en el límite de permiso de 200 #colonias/100mL siendo aplicadas a la descarga del flujo de aguas usadas mostradas en la Tabla 13-4.

TABLA 13-4
ASIGNACION DE CARGA DE CONTAMINANTES

Instalación	Flujo (mgd)	Carga de Coliformes fecales (#colonias/año)	Carga Coliformes Fecales (#colonias/día)
PTAU Quebrada Honda	0.006	0.000196 E+14	0.0053 E+10
PRPBA-Espino	0.015	0.000496 E+14	0.0136 E+10
PT Espino	0.103	0.0033 E+14	0.091 E+10

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 13-5 incluye una AC individual para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 13-9.

La Tabla 13-5 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 13-5
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 13: Loiza Alta (13)	**Carga Actual (#colonias/año)**	**Reducción Porcentual**	**Capacidad de Carga (#colonias/año)**	**TMDL (#colonias/día)**
Carga total	1.69 E+15	91.0	1.52 E+14	41.64 E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	0.185 E+14	5.06 E+10
Asignaciones de Carga de desperdicios:				
PTAU u otra fuente NPDES	0.00 E+00		0.004 E+14	0.11 E+10
Desvío de Estación de bombeo	0.00 E+00		0.00 E+10	0.00 E+10
Asignaciones de carga:				
Agrícolas	0.017 E+14	0	0.017 E+14	0.46 E+10
Pastos (OAAs)	4.15 E+14	90	0.41 E+14	11.23E+10
Bosque	0.093 E+14	0	0093 E+14	2.54 E+10
Urbana	0.002 E+14	0	0.002 E+14	0.05E +10
Séptico	1.26 E+15	93.6	0.81 E+14	22.19 E+10

13.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por fuentes precisadas como dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

Sin embargo, esta fuente dispersa basada en la TMDL incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones para reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de

entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar y la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

13.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen plantas de tratamiento de agua, desvíos de estaciones de bombeo, desbordes de sistemas de alcantarillado debido a roturas de líneas y obstrucciones, flujos de sistemas de alcantarillado defectuosos/desvío, operaciones de alimentación de animales/operaciones de pastoreo, escorrentía de terrenos boscosos, agrícola y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 13.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Controles de operación de Alimentación de Animales/pastoreo

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas recomendadas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir la entrada de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para OAA/pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión

mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización. Para reducir las fallas de estructuras de contención de 10 a 1 porciento, se necesita implantar un programa agresivo de servicio a la comunidad y programa de inspección para asegurar que las estructuras de contención de desperdicios están correctamente localizadas y mantenidas.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 3.74 E+14 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de fallo a menos de 2.0%. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 1.18+15 #colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de los BMPs según recomendada por la EPA en su borrador de permiso reducirá aún más los coliformes fecales de estas fuentes.

13.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Este método requiere que se efectúe monitoreo a la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. Se ha efectuado monitoreo de calidad de agua por la JCA en su estación de monitoreo de calidad de agua L-3 en el Río Grande de Loiza cerca de San Lorenzo trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras en la calidad de agua y asegurarán que el estándar fecal de calidad de agua sea logrado.

14.0 LOIZA ALTA (14)

14.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca (14) de Loiza Arriba está localizada en la porción sur de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 5,525 acres (Ver la Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. La Unidad de Evaluación (UE) Categoría 5 PRER0110i_03, Río Grande Loiza (Río Cayaguas) de 12.3 de largo está localizada dentro de esta sub-cuenca. Una UE Categoría 3, PRER0110i_01, Río Grande de Loiza se origina en la sub-cuenca (13) Loiza Arriba culminando en esta sub-cuenta, con 12.7 millas de largo. La lista 3003(d) de Puerto Rico de 2004 categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de importancia es coliformes fecales.

14.2 Evaluación de Fuentes

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes fecales al Río Gurrabo y proponer respuestas de manejo apropiadas. Las evaluaciones de fuentes

incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

14.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

Actualmente, existe solamente una fuente precisada potencial que es la planta de tratamiento (PT) existente dentro de la sub-cuenca de Loiza Arriba (Río Cayaguas). Esta instalación (PT Quebrada Arena) actualmente opera sin un permiso NPDES. Las cargas de coliformes fecales de planta de tratamiento no son significativas al compararse con otras fuentes. Además, los municipios en Puerto Rico aún no han implantado un programa de permiso de control de contaminación de escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

TABLA 14-1
FUENTES PRECISADAS

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MAPA	Coliformes Fecales (#/100mL)	Coliformes Totales (#/100mL)	Flujo (mgd)	Agua Receptora
PT Quebrada Arena	no disponible	NF5	No disponible	No disponible	No disponible	Quebrada Arenas

14.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales han sido asignadas cargas incluyeron sistemas de operaciones de alimentación de animales/pastoreo (OAA), sistemas sépticos defectuosos, escorrentía de áreas boscosas, y escorrentía agrícola y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Basado en el tipo, número y características de pastoreo de los animales presentes, se estableció una carga para cada instalación identificada y fue calculada una carga total de esta categoría. Se presumió que las cargas de coliformes fecales estaban asociados con todos los

pastos designados. Las operaciones de alimentación de animales incluyen dos granjas de caballos y se identifica en la Tabla B-3. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícola, humedales, etc. La carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría fue entonces calculada. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permitiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

14.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-

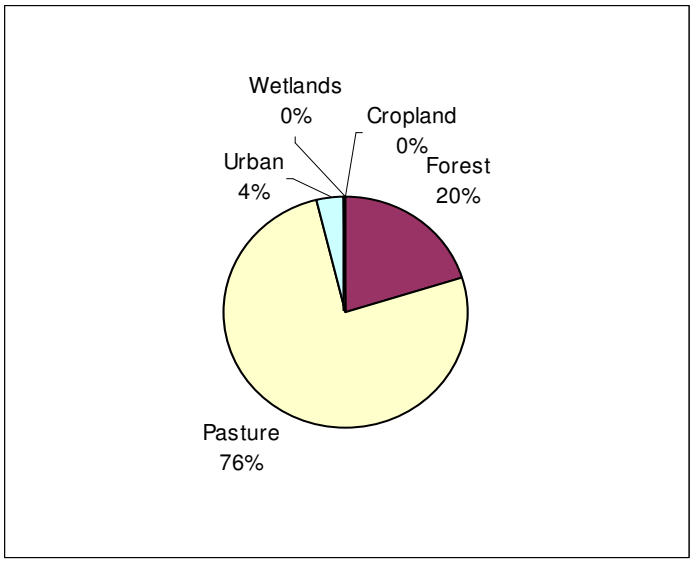
2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 14-2 y se reseña en la Figura 14-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada a la población total para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para Loiza Alta (Río Cayaguas) (LSPC Segmento 14), la población total de 5,785 no tiene alcantarillado.

TABLA 14-2
SUB-CUENCA (14) LOIZA ARRIBA
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	21
Bosque	1,120
Pastos	4,182
Urbana	202
Humedales	0
Total	5,525

FIGURA 14-1
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA (14) LOIZA ARRIBA

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 12.2, fueron calculadas las cargas de coliformes fecales de cada categoría fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de coliformes fecales de fuentes precisadas y fuentes para la sub-cuenca (14) Loiza Arriba se repiten para conveniencia en la Tabla 14-3. No existen cargas de fuentes precisadas excepto la carga pequeña de la PT Quebrada Arena de la AAA. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas asociadas a operaciones de alimentación de animales, terrenos boscosos, agrícola, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 14-3
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	5.38 E+11
Pastos (OAAs)	1.78 E+14
Bosque	1.93 E+12
Urbana	3.81 E+10
Séptico	3.31 E+14
Subtotal	5.12 E+14
PTAU	0.00 E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	**5.12 E+14**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastizales incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

14.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

14.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

La Junta de Calidad Ambiental (JCA) mantiene una estación de monitoría de calidad de agua, Estación de monitoría L-4 (Estacón 4 en la Figura IV-1), Río Cayaguas cerca de San Lorenzo. La data para coliformes fecales y coliformes totales monitoreadas en esta estación durante el período (1997-2004) se presentan como distribuciones probables para mostrar cumplimiento con los estándares de calidad de agua. Una revisión de la data de la JCA ((Figuras A-17 y A-19 en el Apéndice A) muestra la media geométrica de coliformes fecales y la percentila 20 del estándar de calidad de agua es substancialmente excedido durante el 2000. Sin embargo, la data de la JCA del 2000 al 2002 muestra una sola violación, pero ocurrieron violaciones en el 2003.

14.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en

el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativos como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

14.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y a condiciones climatológicas de promedio a secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos defectuosos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

14.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además de la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 14-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para tanto las condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 15.42 E+10 #colonias/día. Este TMDL consiste de un ACD de 0.0078 E+10 #colonias/día, un AC de 13.81 E+10 #colonias/día y un MS de 1.60 E+10 #colonias/día, un Margen de Seguridad de 10%.

Toda la ACD (.0.0078 E+10 #colonias/año) son asignadas a la PT de Quebrada Arena. El ACD esta basado en un límite de permiso de 200 #colonias/100 mL aplicadas a la descarga y flujo de aguas usadas de 0.0086 mgd.

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 14-4 incluye una AC individual para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 14-9.

La Tabla 14-4 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL**.**

TABLA 14-4
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 14: Loiza Arriba (14)	**Carga Actual (#colonias/año)**	**Reducción Porcentual**	**Capacidad de Carga (#colonias/año)**	**TMDL (#colonias/día)**
Carga total	5.17 E+14	89.1	5.63 E+13	15.42E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	0.580 E+13	1.60 E+10
Asignaciones de Carga de desperdicios:				
PTAU u otra fuente NPDES	deminimus		0.00285 E+13	0.0078 E+10
Desvío de Estación de bombeo	0.00 E+00		0.00 E+10	0.00 E+10
Asignaciones de carga:				
Agrícola	0.05 E+13	0	0.05 E+13	014 E+10
Pastos (OAAs)	1.80 E+14	90	1.80 E+13	4.93 E+10
Bosque	0.20 E+13	0	0.20 E+13	0.54 E+10
Urbana	0.004 E+13	0	0.004 E+13	0.01E +10
Séptico	3.31 E+14	90.9	2.99 E+13	8.19 E+10

14.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por fuentes precisadas como dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

Esta fuente dispersa basada en la TMDL incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones para reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más

factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

14.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen plantas de tratamiento de agua, flujos de sistemas defectuosos/desvíos de disposición de desperdicios, y operaciones de alimentación de animales/operaciones de pastoreo, escorrentía de terrenos boscosos, agrícola y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 14.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Controles de operación de Alimentación de Animales/pastoreo

Aunque las visitas a los OAA a lo largo de la cuenca encontró que estos, en la mayoría de los casos, cumplen con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observaron que no existe una guía para los animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas recomendadas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir la entrada de cargas de coliformes fecales a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para OAA/pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión

mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización. Para reducir las fallas de estructuras de contención de 10 a 1 porciento, se necesita implantar un programa agresivo de servicio a la comunidad y programa de inspección para asegurar que las estructuras de contención de desperdicios están correctamente localizadas y mantenidas.

La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 90%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 1.62 E+14 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de fallo a menos de 2.0%. Esta meta se puede lograr mediante la manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 3.01+14#colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de los BMPs según recomendada por la EPA en su borrador de permiso reducirá aún más los coliformes fecales de estas fuentes.

14.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Este método requiere que se efectúe monitoreo a la respuesta de la calidad de agua del cuerpo de agua según se efectúen reducciones de cargas con el paso del tiempo. Se ha efectuado monitoreo de calidad de agua por la JCA en su estación de monitoreo de calidad de agua L-4 en el Río Cayaguas trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras en la calidad de agua y asegurarán que el estándar de calidad de agua fecal sea logrado.

15.0 LAGO LOIZA (15)

15.1 Identificación de Unidad de Evaluación/Contaminante de Interés/Categorización Prioritaria

La sub-cuenca (15) Lago Loiza está localizada en la porción noroeste de la cuenca del Río Grande de Loiza y abarca 3,234 acres (Ver la Figura 4-1). No existen lagos con nombres dentro de esta sub-cuenca. La Unidad de Evaluación (UE) Categoría 5 PREL0105_00, Río Grande Loiza de 713 acres, está localizada dentro de esta sub-cuenca. Esta UE comienza en la sub-cuenca (6) Loiza Abajo y continúa a través de las sub-cuencas (3) y (2) de Loiza Abajo, culminando en esta sub-cuenca. Una UE Categoría 3 está localizada en esta sub-cuenca. Es la PREC0106_00 Quebrada Carraizo, con 3 millas de largo. La lista 303(d) de Puerto Rico del 2004 categoriza el deterioro de coliformes fecales dentro de la cuenca de Loiza como uno de alta prioridad. El contaminante de importancia es coliformes fecales.

15.2 Evaluación de Fuentes

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar la carga de coliformes

fecales al Lago Loiza y proponer respuestas de manejo apropiadas. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga de coliformes fecales. Se ha utilizado un modelo de cuenca del Programa de Simulación de carga en C++(LSPC) para estimar las cargas.

15.2.1 Evaluación de las fuentes precisadas además de la escorrentía

No existen fuentes precisadas de coliformes fecales en la sub-cuenca (15) del Lago Loiza. Además, los municipios en Puerto Rico aún no han implantado un programa de permiso de control de contaminación de escorrentía. Por lo tanto, no existe carga de fuente precisada atribuible a escorrentía.

15.2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Fuentes Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuentes precisadas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes evaluadas para las cuales cargas han sido asignadas incluyeron sistemas de operaciones de alimentación de animales/pastoreo (OAA), sistemas sépticos defectuosos, escorrentía de áreas boscosas, y escorrentía agrícola y escorrentía urbana.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

No existen OAA en la sub-cuenca (15) del Lago Loiza. Las cargas de coliformes fecales son de escorrentía de pastos.

Fallas de Tanques Sépticos

Como un primer paso, se visitaron las oficinas regionales de la AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, la población sin sistema de alcantarillado fue determinada y aplicada con una tasa de fallo de 50% de los tanques sépticos y un flujo de 50 galones por persona por día (50 GPCD) y una concentración fecal de 1e6 #/mL para estimar las cargas fecales de esta fuente. La Sección

IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas de contaminantes de esta fuente.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

El análisis de uso de terrenos basado en ERDAS 1991 se efectuó para determinar los acres de terrenos boscosos, agrícola, humedales, etc. La carga establecida de escorrentía de coliformes fecales por acre para cada categoría fue entonces calculada. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa. Las cargas se determinaron basadas en la carga de escorrentía estándar para escorrentía municipal. La Sección IV-3 de este informe provee los parámetros y metodología utilizada para desarrollar las cargas contaminantes de esta fuente.

15.3 Cargas de coliformes fecales por fuente

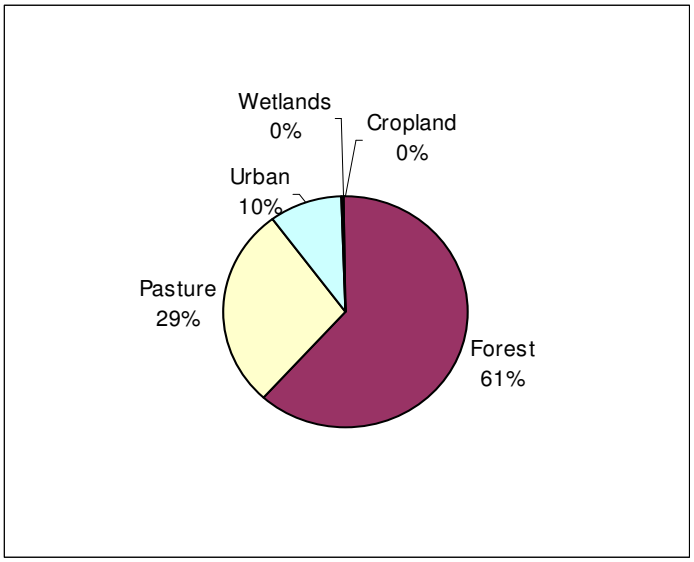
El uso de terreno dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza se demuestra en la Figura IV-2. Para propósitos de asignar cargas a diferentes cuerpos de agua dentro de la cuenca, la cuenca fue dividida en 15 sub-cuencas según se demuestra en la Figura IV-1. El uso de terreno para esta sub-cuenca se indica en la Tabla 15-1 y se reseña en la Figura 15-1. La población sin sistema de alcantarillado según comparada a la población total para cada una de estas sub-cuencas se muestra en la Tabla IV-8. Para el Lago Loiza (LSPC Segmento 15), la población total de 8.119 no tiene sistemas de recogido de desperdicios.

TABLA 15-2
SUB-CUENCA (15) LOIZA ARRIBA
USO DE TERRENOS

Tipo de Uso de Terreno	Uso de Terreno (acres)
Agrícola	0
Bosque	1,989
Pastos	923
Urbana	316
Humedales	0
Total	3,234

FIGURA 15-1
USO DE TERRENOS
SUB-CUENCA (15) LAGO LOIZA

Término en Inglés	Término en Español
Cropland	Agrícola
Forest	Bosque
Pasture	Pastos
Urban	Urbana
Wetlands	Humedales



Utilizando las metodologías presentadas en la Sección 15.2, fueron calculadas las cargas de coliformes fecales de cada categoría de fuente en esta sub-cuenca. Las cargas existentes de

coliformes fecales de fuentes precisadas y fuentes para la sub-cuenca (15) Loiza Arriba se repiten para conveniencia en la Tabla 15-2. No existen cargas de fuentes precisadas excepto la carga pequeña de la PT Quebrada Arena de la AAA. Las cargas de fuentes dispersas incluyen aquellas asociadas a operaciones de alimentación de animales, terrenos boscosos, escorrentía urbana y sistemas sépticos defectuosos.

TABLA 15-2
CARGAS DE FUENTES CONTAMINANTES

Fuente	Carga de Coliformes Fecales (#colonias/año)
Agrícola	0.00 E+0
Pastos (OAAs)	2.30 E+13
Bosque	1.90 E+12
Urbana	140 E+10
Séptico	4.15 E+14
Subtotal	4.40 E+15
PTAU	0.00 E+0
Estación de Bombeo	0.00 E+0
Subtotal	0.00 E+0
TOTAL	**4.40 E+14**

Las cargas predominantes existentes de coliformes fecales son fallas en sistemas sépticos y pastizales incluyendo operaciones de alimentación de animales. El implantar controles para estas fuentes mayores será crítico para alcanzar los TMDL y estándares de calidad de agua.

15.4 Análisis de Calidad de Agua

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Las mejores prácticas de manejo y otras medidas de control a ser implantadas en este TMDL operan todo el año.

15.4.1 Revisión general a la data de calidad de agua superficial

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) mantiene una estación de monitoría de calidad de agua, Estación de monitoría 50059000 (Estación 5 en la Figura IV-3), Lago Loiza en el lugar de la represa cerca de Trujillo Alto. La data del USGS para coliformes fecales y coliformes totales muestreada en esta estación se presentan en un plano cronológico para mostrar tendencias temporales y anuales durante el período de tiempo disponible (1994-2004). La revisión de esta data (Figuras A-5, A-10, A-12, A-13) según comparada con la data de calidad de agua en otras estaciones de muestreo indica que, contrario a las otras estaciones, la bacteria en el lugar de la represa del Lago Loiza es sustancialmente más baja debido a la extinción bacterial significativa en el Lago Loiza.

15.5 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explícito. Un MS de 10% se estableció para justificar la falta de conocimiento en cuanto a carga y carga de desperdicio, y calidad de agua. Es una práctica común de modelado asignar un MS explícito de 10% cuando no existen predisposiciones de modelo significativos como lo fue el caso de la calibración de modelo. Esto es, no existían predicciones consistentes sobre o por debajo de la data por el modelo. Además, la diferencia porcentual total entre el modelo y la data para la calibración de hidrología era +/-5%.

15.6 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de lluvias fuertes

ocurren durante todas las estaciones, de tal manera que las cargas de coliformes fecales de todas las fuentes identificadas ocurren todo el año. Aunque puede existir alguna variabilidad de año en año debido a variación de patrones climatológicos, no es lo suficientemente predecible ni se conocen los impactos con tal certeza que podría afectar las proyecciones de modelo sobre el cual se basa el TMDL.

Desde la perspectiva de modelado, el modelo de cuenca utilizado para desarrollar las cargas de coliformes fecales es un cálculo continuo utilizando patrones de lluvia del 2002-2004 (5 años). Este período experimentó los patrones típicos estacionales de lluvia, escorrentía y flujo del cuerpo de agua (i.e. eventos/estaciones tanto mojadas como secas) y a este grado el modelado TMDL explica las variaciones estacionales. Para el TMDL de coliformes fecales, la condición crítica puede ser tanto eventos de lluvia (e.g. escorrentía urbana, de pastos o agricultura) y a condiciones climatológicas de promedio a secas debido a las fuentes potenciales de bacterias de fallas en la estación de bombeo y sistemas sépticos. La aproximación utilizada para evaluar el cumplimiento (reducir las cargas de coliformes fecales para que el 80% de las concentraciones sean menos de 400 col/100 mL estándar) considera una serie de condiciones ambientales y, por lo tanto, el análisis TMDL las condiciones de carga tanto mojadas como secas.

15.7 Asignación de TMDL Fase 1

Para poder desarrollar el TMDL de coliformes fecales, el modelo calibrado de cuenca se utilizó para determinar las reducciones de carga necesaria para lograr el 80% de cumplimiento con el estándar de coliformes fecales de 400 col/100 mL según indicado en el RCAPR. Esto es, las cargas modelos fueron reducidas para que el resultado del modelo diario durante el período de calibración de 5 años (2000-2004) resultara en cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las reducciones de cargas fueron determinadas al analizar los resultados diarios del modelo existente como distribuciones de probabilidad para cada una de las 15 sub-cuencas en la cuenca (Apéndice D, Figura 1) y entonces calcular el porcentaje de reducción necesario para lograr cumplimiento con el estándar de 400 col/100 mL el 80% del tiempo. Las concentraciones existentes de coliformes fecales en esta figura fueron presentadas con la línea sólida y las concentraciones del TMDL con línea en guión. Esta figura también destaca que el 50% del tiempo las reducciones de

carga TMDL también lograrán el estándar de media geométrica de 200 col/100 mL.

Los detalles del desarrollo de coliformes fecales del modelo de cuenca, calibración y determinación de carga se presentan en la Sección IV además de la relación de causa y efecto entre las cargas de bacteria y las concentraciones de coliformes fecales en el cuerpo de agua. Las cargas reducidas resultantes necesarias para cumplir con el estándar constituyen los TMDLs para los cuales las ACDs, ACs y MSs fueron entonces producidos. La Figura 15-2 en el Apéndice D presenta el modelo de resultado de coliformes fecales como una serie temporal desde 2000-2004 para tanto las condiciones existentes y el TMDL.

Un TMDL Fase 1 es 9.40 E+10 #colonias/día. Este TMDL consiste de un ACD de 0 #colonias/día, un AC de 8.46 E+10 #colonias/día y un MS de 0.94 E+10 #colonias/día, un Margen de Seguridad de 10%.

La ACD 0#colonias/año para la sub-cuenca (15) del Lago Loiza ya que no existen fuentes precisadas de coliformes fecales.

Aunque no es un requisito reglamentario, la Tabla 15-3 incluye una AC individual para cada categoría.

El logro de la AC se atiende en la Sección 15-9.

La Tabla 15-3 provee un resumen de las cargas actuales y el TMDL.

TABLA 15-3
TMDL DE COLIFORMES FECALES TOTAL DEL LAGO LOIZA
CARGAS ACTUALES/TMDL/ACD/AC/MS

Sub-cuenca 15: Lago Loiza (15)	**Carga Actual (#colonias/año)**	**Reducción Porcentual**	**Capacidad de Carga (#colonias/año)**	**TMDL (#colonias/día)**
Carga total	4.40 E+14	92.2	3.43 E+13	9.40 E+10
MSs explícitos = 10%	n/a	n/a	0.343 E+13	0.94 E+10
Asignaciones de Carga de desperdicios:				
PTAU u otra fuente NPDES	0.00 E+00		0.00 E+00	0.00 E+00
Desvío de Estación de bombeo	0.00 E+00		0.00 E+10	0.00 E+10
Asignaciones de carga:				
Agrícola	0.00 E+00		0.00 E+00	0.00 E+00
Pastos (OAAs)	2.30 E+13	40	1.38 E+13	3.78 E+10
Bosque	0.19 E+13		0.19 E+13	0.52 E+10
Urbana	0.0014 E+13		0.0014 E+13	0.004E+10
Séptico	4.15 E+14	96.3	1.516E+13	4.15 E+10

15.8 Garantía Razonable

Cuando se desarrolla un TMDL para aguas impactadas tanto por fuentes precisadas como dispersas, y la ACD está basada en la presunción de que ocurrirán cargas de fuentes dispersas, la Guía de 1991 de EPA de TMDL indica que el TMDL deberá proveer garantías razonables de que las medidas de control de fuentes dispersas lograrán las esperadas reducciones de cargas para que el TMDL pueda ser aprobado. El exceso del criterio de coliformes fecales dentro de esta cuenca es impulsado por una fuente dispersa. En cuanto a los coliformes fecales de fuentes precisadas, cada PTAU que descarga a la cuenca de Loiza, tiene un permiso de NPDES que incluye el límite y los requisitos para desinfectar su efluente.

Esta fuente dispersa basada en la TMDL incluye un plan de implantación que incluye recomendaciones para reducción de cargas de fuentes dispersas. Este TMDL representa el más factible TMDL para implantación. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales y no-gubernamentales.

El documento de apoyo del TMDL de Fase 1 ha propuesto un plan de implantación agresivo que incluye: planes de manejo de fuentes dispersas; mejores prácticas manejo (BMPs), para reducir fuentes urbanas y agrícolas; y un plan de monitoreo que evaluará los niveles de coliformes fecales, monitorear la carga de fuentes precisadas y fuentes dispersas, evaluar la efectividad de los BMPs y recomendar la implantación de BMPs adicionales, según sea necesario. Además, el TMDL incluye un plan de monitoreo para evaluar la efectividad de los controles de fuentes dispersas y para re-evaluar, según sea necesario, las medidas de reducción de coliformes fecales.

El TMDL, incluyendo las asignaciones de carga y de carga de desperdicios, se estableció a un nivel necesario para implantar los estándares de calidad de agua.

15.9 Implantación

Las fuentes potenciales incluyen flujos de sistemas de disposición de desperdicios defectuosos/desvíos, y escorrentía de terrenos boscosos, agrícola y pastos, y escorrentía urbana. La Sección 15.3 provee las cargas de estas fuentes. Para lograr el TMDL, se necesita la implantación de las opciones manejo para controlar la contaminación bacterial y lograr/mantener el estándar de calidad de agua.

Agrícola

Los controles recomendados para pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y prácticas mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización.

Estudios citados en el USEPA "National Management Measures to Control Nonpoint Pollution from Agriculture" han demostrado que la implantación de estas medidas resultan en una reducción de 40% de los coliformes fecales en el cuerpo de agua. La implantación de estas recomendaciones podría reducir la carga de coliformes fecales de estas fuentes en 40%. La reducción estimada es, por lo tanto, un promedio anual de 0.92 E+13 #colonias/año.

Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Se necesita una meta para reducir la tasa de fallo a menos de 2.0%. Esta meta se puede lograr mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias).

La reducción de la tasa de fallo se estima resultará en la reducción adicional de coliformes fecales de 3.99+14#colonias/año.

Escorrentía de Areas Boscosas y Agrícola

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1.

Escorrentía Urbana

No se necesita implantar Mejores Prácticas de Manejo (BMPs) para lograr el TMDL Fase 1. Sin embargo, la implantación de los BMPs según recomendada por la EPA en su borrador de permiso reducirá aún más los coliformes fecales de estas fuentes.

15.10 Monitoreo

Un método escalonado a la implantación de TMDLs es apropiado para coliformes fecales, considerando la naturaleza altamente variable de las fuentes dispersas de cargas contaminantes. Como parte de la Fase 2, se debe establecer y llevar a cabo se deberá establecer un plan de monitoreo

y conducido para acceder la respuesta de calidad de agua en el cuerpo de agua según las reducciones de cargas son efectuadas con el paso del tiempo. Este plan de monitoreo de calidad de agua deberá incluir una estación de monitoreo dentro de la sub-cuenca (15) del Lago Loiza para poder lograr esta meta.

VI. TMDL DE COBRE EN LA CUENCA DEL RIO GRANDE LOIZA

1.0 IDENTIFICACION DE LA UNIDAD DE EVALUACION/CONTAMINANTE DE INTERES/CATEGORIZACION PRIORITARIA

Las unidades de evaluación son el Río Caguitas (PRER0110b_00) y el Río Bairoa (PRER0109b_00). La extensión del Río Caguitas y el Río Bairoa es 16.2 y 7.3 millas, respectivamente. El contaminante de interés es el cobre. La lista de aguas impactadas para cada una específica que el problema de calidad de agua es uno de alta prioridad. Estas aguas impactadas se clasifican como Clase SD. El estándar de calidad de agua para el cobre en estas aguas superficiales, según indicado en la Sección 3.1.9(A), de los "Specific Standards for Inorganic Substances, of the Puerto Rico Water Quality Standards Regulation" (RACPR), según enmendados, en marzo 2003 es:

> *La concentración máxima permitida de estas sustancias en particular en aguas subterráneas, aguas costeras, aguas superficiales, y estuarios no excederá lo siguiente en momento alguno: Cobre (aguas superficiales) - concentración de ug/l no deberá exceder el valor numérico asignado por* $e^{(0.8545[Ln\ dureza]-1.702)}$.

El uso designado que se ha establecido por la Junta de Calidad Ambiental para agua Clase SD en la Sección 3.2.4.(A) del RECAPR se indica a continuación:

> *"Aguas superficiales propuestas para uso como abasto de aguas crudas, propagación y preservación de especies deseables, incluyendo especies en peligro o amenazadas, al igual que contacto de recreación primaria y secundaria. El contacto de recreación primaria está excluido en cualquier cuerpo de agua o segmento que no cumpla con la Sección 3.2.4(B)12 de este artículo hasta que dicho cuerpo de agua o segmento alcance la meta de la sección mencionada."*

2.0 Fuentes de Contaminantes y Evaluaciones

La evaluación de fuentes se justifica para poder evaluar y caracterizar las cargas de cobre al Río Bairoa y Río Caguitas y proponer respuestas apropiadas de manejo. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes significativas y sus contribuciones relativas a la carga total de cobre, y cálculo de las cargas de fuentes dispersas.

2.1 Evaluación de fuentes precisadas además de la escorrentía

Las principales fuentes precisadas en estos cuerpos de agua fueron la PTAU de Las Carolinas, y la PTAU de Aguas Buenas, al igual que las estaciones de bombeo de aguas usadas. La Planta de Tratamiento (PT) de Aguas Buenas está localizada en una quebrada aguas arriba del Río Bairoa. Los límites de efluentes del permiso NPDES, número de permiso, valores de descarga 2004, localización y agua receptora se presentan en la Tabla VI-1.

TABLA VI-1
LIMITES PERMISOS NPDES
FUENTES PRECISADAS

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MAPA	Flujo (mgd)	Cobre (ug/L)*	Agua Receptora
PTAU Aguas Usadas Aguas Buenas	PR0024732	P1	0.60	17, 27(7), 5-51	Río Bairoa
PT Aguas Buenas	PR0022896	PR1	0.081	15, 16.6(9), 5-41	Quebrada Morena
PTAU Las Carolinas	PR0024731	Cesó descarga (8/2005)	0.22	20, 28(10), 10-51	Río Caguitas
Tipo de Límite			Máximo Diario	Máximo Diario	

*Limite de permiso, valor promedio de descarga (número de valores de descarga reportados), alcance de valores de descarga.

La carga de cobre del desvío de la estación de bomba es estimada en 1% del flujo y el límite de permiso de la PTAU ([lbs/día] = 0.01 x flujo [mgd] x 8.43 x concentración [mg/L]). Debido a que los desvíos de las estaciones de bombas son ilegales y serán atendidos a través de acciones de cumplimiento con el permiso NPDES, la carga de cobre en el TMDL para los desvíos de las estaciones de bomba es 0.0 ug/L.

2.2 Evaluación de fuentes dispersas y fuente precisas de escorrentía

Fuentes dispersas y fuente precisas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes dispersas incluyen sistemas sépticos defectuosos, escorrentía urbana y para este análisis fallas de estaciones de bombeo y aguas usadas y desbordes de sistemas de alcantarillados.

Según se discute en la Sección IV, la cuenca del Río Grande de Loiza fue delineado en 15

sub-cuencas (ver Figura IV-1). Los dos cuerpos de agua analizados aquí están localizadas dentro de los segmentos LSPC 5 (Río Bairoa) y 7 (Río Caguitas). Notese que cada una de las áreas de las sub-cuencas es mayor que el área de drenaje de la unidad de evaluación listada.

Fallas de Tanques Sépticos

Como primer paso, se visitaron las oficinas regionales de AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con el personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, se determinó la población sin sistema de alcantarillado.

TABLE VI-2
POBLACION CON Y SIN ALCANTARILLADO

Segmento LSPC	Población Total	Población con Alcantarillado	Población sin Alcantarillado	% Sin Alcantarillado
5	13,793	11,591	2,202	16
7	67,662	44,516	23,146	34

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa.

3.0 ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Para un TMDL de cobre, es apropiado expresar el TMDL, diariamente. Las cargas de contaminante diario son más críticas al río durante condiciones de flujo bajo, especialmente durante un flujo del cuerpo de agua crítico 7Q2.

3.1. Revisión general a la data de calidad de agua superficial

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) mantiene Estaciones de Calidad de Agua 50055400 (Estación 3 en la Figura IV-1, Río Bairoa cerca de Caguas) y 50055250 (Estación 2 en la Figura IV-1, Río Caguitas en la Carretera 30 en Caguas). Los planos de probabilidad de la data de USGS de 1994 a 2004 y data de la JCA del 2001 al 2005 para estas dos estaciones se presentan en la Figura A-58. Ya que el estándar de calidad de agua de cobre depende de su dureza, el criterio se indica para una dureza de 50 y 100 mg/l. Para cobre, los estándares de calidad de agua son 5.16 y 9.33 ug/l y se representan por la línea en guión. Una revisión de la data del USGS y la JCA presentada en estas figuras muestra que la mayoría de las medidas está a niveles de detección. Sin embargo, en el Río Bairoa y en el Río Caguitas algunas medidas están sobre los niveles de detección indicando un exceso del criterio de calidad de agua a una dureza de 100 mg/l. Basado en la observación de data sobre dureza de agua receptora, un promedio de valor de dureza de 100 mg/L es típico para el Río Bairoa y Río Caguitas y se utilizará para los cálculos del TMDL. Esta dureza resulta en un estándar de calidad de agua de cobre de 9.33 ug/L.

En octubre 2005, la Agencia para la Protección Ambiental (EPA), efectuó muestreo de cobre de la PTAU de Aguas Buenas y efluentes de la PTAU de Caguas y en el cuerpo de agua receptor, aguas arriba y aguas abajo del punto de descarga. El muestreo se efectuó utilizando técnicas limpias en el Método EPA 1669, "Sampling Ambient Water for Trace Metals at EPA Water Quality Criteria Levels". Los métodos prescritos de muestreo están específicamente diseñados para proveer un nivel de protección e impedir contaminación de las muestras durante recolección, transporte y análisis. El método analítico utilizado para el cobre fue EPA-200.7, "Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectometry" que logra un nivel de detección de 0.294 ug/l. El informe de EPA, de 22 de noviembre de 2005, indica lo siguiente:

> *"El cobre, a una concentración de 0.513 ug/l fue detectado en el blanco del campo. Donde el cobre también fue detectado en una muestra a una concentración de menos de cinco veces la concentración detectada en el blanco, el resultado fue calificado "B". El calificador "B" indica que la contaminación puede componer una proporción incierta del resultado para dicha muestra. Existe confianza que el verdadero valor para la muestra calificada es menos del valor dado, pero el valor exacto es incierto. Donde la concentración del cobre detectada en una muestra es más de cinco*

veces el valor del blanco, la data no es calificada y no puede utilizarse sin restricción."

Los resultados del muestro de EPA se proveen en la Tabla VI-3.

TABLA VI-3
RESULTADOS DE MUESTREO DE EPA

Localización de Muestra	Dureza (mg/l)	Cobre Total (ug/l)
Aguas Arriba - Aguas Buenas	130	<2.37B
Aguas Buenas- Aguas Abajo	120	4.82
Efluente PTAU Aguas Buenas	120	2.33 B
Caguas - Aguas arriba	140	<2.38 B
Caguas - Aguas abajo	125	3.67
Efluente PTAU - Caguas	110	<2.14 B

Este evento de muestreo aunque solamente por un día y fuera de condiciones de flujo bajo, revela que el criterio de calidad de agua en el Río Bairoa no fue violado y ambas plantas de tratamiento no violan el límite de descarga para cobre.

3.2 Cálculo de la Carga de Calidad de Agua

El contaminante, cobre, es considerado un contaminante conservador donde los impactos en el cuerpo de agua se asocian en el punto de descarga. Para determinar las cargas permisibles a estos cuerpos de agua, un cálculo de simple disolución del balance de masa en el punto de descarga es adecuada para determinar la asignación necesaria de carga de desperdicio para cumplir el estándar de calidad de agua. La siguiente ecuación representa el método de balance de masa utilizado:

$$Q_u c_u + Q_e c_e = (Q_u + Q_e) c_d$$

donde: Q_u = flujo aguas arriba (cfs);

c_u = concentración aguas arriba (mg/L);

Q_e = flujo de efluente (cfs);

C_e = concentración de efluente (mg/L); y

C_d = concentración (mezcla) aguas abajo (mg/L).

Esta ecuación fue solucionada para que c_e determinara la concentración de efluente aceptable y carga (ACD) dado el flujo aguas arriba de 7Q2 y nivel de concentración de fondo, flujo de diseño

de efluente y estándar de calidad de agua (c_d). La UE PNP fue determinada basada en el flujo aguas arriba y concentración o, en el caso de más de un punto precisado (PP) en el alcance del cuerpo de agua, como la carga aguas arriba más la carga incremental basada en el flujo incremental entre las dos localizaciones. Si existía un PP aguas abajo, la carga del PP aguas arriba se consideró en el análisis.

Los flujos del cuerpo de agua críticos 7Q2 fueron determinados utilizando el programa de análisis de flujo del cuerpo de agua USEPA DFLOW3 (hhhp://epa.gov/waterscience/dflow/) y disponible en la data de flujo del USGS. La data de flujo del USGS utilizada para calcular los flujos bajos 7Q2 fueron del Río Bairoa (#50055390, 1990-2000), Río Caguitas (#50055225, 1990-2003), Río Gurabo (50057000, 1959-2003) y el Río Grande de Loiza (#50055000, 15959-2003). El programa DFLOW3 es un programa de Windows para la implantación de la metodología de USEPA para la determinación del flujo de diseño del cuerpo de agua para modelado de condición estable según presentado en el Libro VI del manual de guía técnica para efectuar asignaciones de carga de desperdicios (USEPA, 1986). Para determinar el flujo 7Q2 en localizaciones además de la estación de monitoríaes de flujo, se utilizó un método de radio de área de drenaje. Para el Río Bairoa y el Río Caguitas, el 7Q2 es 2.6 cfs y 6.0 cfs respectivamente. El análisis de data de calidad de agua disponible con más énfasis puesto en la data reciente de metales limpios de EPA (USEPA, 2005) determinó que la concentración de trasfondo del cobro era 2.5 ug/l para tanto el Río Bairoa y el Río Caguitas, lo que representa un promedio de concentraciones del cuerpo de agua promedio aguas arriba medidas durante el esfuerzo de campo de 2005.

Ya que la PTAU de Las Carolinas cesó descargando al Río Caguitas, el estándar de cobre será cumplido debido a que la concentración de fondo del cobre es aproximadamente 2.5 ug/L en condiciones de flujo bajo 7Q2. En estas condiciones la Asignación de Carga para el Río Caguitas es 0.081 #/día.

Para el Río Bairoa, utilizando un flujo del cuerpo de agua de 2.6 cfs 7Q2, una concentración de trasfondo de cobre de 2.5 ug/L y el flujo de la PTAU de Aguas Buenas de 0.6 mgd, el análisis de balance masa aguas abajo de la desembocadura resulta en una Asignación de Carga de Desperdicio (ACD) para la PTAU de Aguas Buenas de 0.069 #/día.

4.0 MARGEN DE SEGURIDAD

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explicito de 10%.

5.0 Variaciones estacionales / condiciones críticas

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de sequía ocurren periódicmanete. Aunque puede haber alguna variabilidad de año en año debido a variabilidad de patrones climatológicos, estos TMDLs están basados en el flujo del cuerpo de agua crítico 7Q2 para cada uno de los segmentos de cuerpo de agua impactados y por lo tanto son protectores para todas las estaciones. El flujo crítico del cuerpo de agua es un mínimo de un promedio de flujo del cuerpo de agua de 7 días que ocurre una vez cada dos años y representa una condición critica de flujo del cuerpo de agua baja utilizada al efectuar las ACDs. Además, la calidad de agua en el cuerpo de agua debido a las cargas de PP a flujos mayores del 7Q2 resultaran en cumplimiento con los estándares de calidad de agua debido al aumento de disolución de flujo, y por lo tanto, la calidad de agua será protegida a flujos de cuerpos de agua mayores.

6.0 Asignación de TMDL Fase I

El método de cálculo de carga de calidad de agua determinó las cargas permisibles **(PS y NPS)** que se requieren para lograr el estándar de cobre fueron basados en condiciones críticas de bajo flujo (7Q2). Este análisis identifica un límite de permiso de efluente potencial de PTAU para Aguas Buenas y Caguas pero deberá completarse un análisis más rigoroso antes de modificar los límites de

permisos.

TABLA VI-4
CARGAS TMDL COBRE

Cuerpo de Agua	ACD (lbs/día)	AC (lbs/día)	MS (lbs/día)	TMDL (lbs/día)
Rio Caguitas	0	0.0729	0.0081	0.081
Rio Bairoa	0.069	0.035	0.0104	0.104

La Tabla VI-5 resume las cargas y las condiciones de las descargas de efluentes de las PTAU.

TABLA VI-5
TMDL & LIMITES*

Nombre de la Instalación	Flujo (mgd)	Concentración Efluente (mg/L)	Carga Actual (lbs/día)	ACD Individual Cobre (lbs/día)
PTAU Las Carolinas	0.22	0.051	0.095	0
Estación de Bombas Las Carolinas	0.0022	0.051	0.0010	0
PTAU Aguas Buenas	0.60	0.051	0.344	0.069
Estación de Bombas Aguas Buenas	0.0080	0.051	0.00344	0
PT Aguas Buenas	0.081	0.041	0.028	0.010

*Las ACDs individuales son para el Río Bairoa

El logro del TMDL se atiende en la Sección 8.

7.0 GARANTÍA RAZONABLE

La garantía razonable para la implantación de este TMDL ha sido considerada para las fuentes precisadas y fuentes dispersas de selenio para lo cual las recomendaciones de manejo se han hecho en este informe. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales al igual que no gubernamentales.

La naturaleza compleja de las necesidades de implantación han sido reconocidas a través del desarrollo del programa Fase I y han sido acomodados mediante la integración de agencias de gobierno en Comites de Dirección Ejecutivos y Técnicos (USEPA, JCA, PRDOH, AAA), al igual que la integración de otras agencias en momentos apropiados (USDA, PRDNR, UPR). También se ha comenzado un Programa de Participación de Constituyentes para incluir al gobierno municipal,

grupos de industria, organizaciones públicas, incluyendo grupos ambientales, ciudadanos locales y comercio.

Se espera que estos esfuerzos producirán el apoyo necesario de gobierno al igual que del público y la industria para lograr la implantación de las actividades que han sido específicados como requeridos para cumplir el TMDL Fase I. Se anticipa que este apoyo necesitará incluir información, esfuerzo educacional y financiero y otros incentivos, y seguimiento reglamentario.

8.0 IMPLANTACION

Una revisión de todas las fuentes precisadas y disperas de cobre a estos segmentos ha resultado en la identificación de las siguientes opciones para reducir la entrada de cobre.

8.1 Condición y Operación de Planta de Tratamiento/Planta de Tratamiento Aguas Usadas

El muestreo efectuado por EPA utilizando técnicas limpias y análisis de niveles de detección más bajos indicaron que tanto las PTAUs de Aguas Buenas y Caguas no estaban violando el límite de descarga de cobre y el criterio de calidad de agua para el Río Bairoa no fue violado. Un programa intensivo de muestreo efectuado mensualmente durante un (1) año utilizando las tecnologías limpias y análisis de detección de niveles bajos debe ser llevado a cabo en la PT de Aguas Buenas, PTAU de Aguas Buenas y en el cuerpo de agua para determinar si el estándar de calidad de agua de cobre está siendo cumplido. Si el estándar de calidad de agua no está siendo logrado, un programa de rastreo de cobre debe ser implantado para determinar las fuentes de cobre.

8.2 Manejo de Tanques Sépticos

Aunque no se ha identificado la necesidad de una reducción en esta fuente en la AC, se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía

durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos sobre la colocación (nueva construcción), controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias), se puede lograr una reducción en el cobre alcanzando las aguas superficiales.

En el futuro inmediato, los dueños de sistemas sépticos deberán ser educados en cuanto al uso apropiado y mantenimiento de un sistema séptico.

8.3 Desvío de Estación de Bombeo de Desperdicios y Eliminación de Desborde de Sistema de Recogido

La implantación de un programa de manejo activo tal y como el programa "Voluntary Capacity Management Operation and Maintenance (CMOM) de EPA, dirigido a eliminar las cargas de las estaciones de bombeo y sistema de recolección es necesaria para alcanzar los estándares de calidad de agua.

8.4 Manejo de Escorrentía Municipal

Aunque la necesidad de reducir en esta fuente no se ha identificada en la AC, los municipios deberán implantar las Mejores Practicas Manejo (MPA) según propuesto en el borrador de Permiso General de EPA para reducir aún más la carga de fuentes dispersas.

9.0 Monitoreo de Seguimiento

Un método escalonado a la implantación es apropiado para los TMDLs de cobre, considerando la naturaleza altamente variable de las cargas de contaminantes de fuentes dispersas. Este método requiere que el monitoreo se efectúe a la respuesta de la calidad de agua en el cuerpo de agua según las reducciones de cargas se hagan con el pasar del tiempo. El monitoreo de la calidad de agua ha sido efectuado por la JCA y el USGS en las estaciones de monitoreo de calidad de agua antes identificadas trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras a la calidad de agua y para asegurar que el estándar de calidad de agua para cobre se logre.

10.0 Participación de Constituyentes/Participación del Público

En la actualidad existe un Programa de Participación de Constituyentes para incluir todos los elementos del público (gobierno municipal, grupos de industria, comercio, público, organizaciones, público general, etc.) dentro de la cuenca. La meta es asegurar la participación de todos aquellos que se afectarán en el desarrollo de las metas y objetivos, al igual que la implantación de las recomendaciones del estudio. Una meta adicional es el establecimiento de una estructura y membresía que servirá la continúa necesidad de un grupo administrativo de la cuenca, asegurando un enfoque continuo en mejorar la calidad de agua mediante la implantación de las recomendaciones de este estudio, al igual que aquellos que pueden ser desarrollados en el futuro.

VII. TMDL DE OXIGENO DISUELTO EN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE LOIZA

1.0 Identificación de Unidad de Evaluación/Importancia de Contaminante/Categorización Prioritaria

Las unidades de evaluación son el Río Caguitas (PRER0110b_00), Río Bairoa (PRER0109b_00), Río Gurabo (PRER0108b_00), y la Quebrada Sin Nombre (tributario al Río Grande de Loiza (PRER0110h_02). El largo del Río Caguitas, Río Bairoa y el Rio Gurabo son 16.2, 7.3 y 18.6 millas, respectivamente. El largo del cuerpo de agua de la Quebrada Sin Nombre se desconoce al presente. El contaminante de importancia es oxigeno disuelto según potencialmente afectado por la oxidación de DBO y nitrificación del amoniaco. La lista de aguas impactadas para cada una especifica el problema de calidad de agua como uno de alta prioridad. Estas aguas impactadas se clasifican como Clase SD. El estándar de calidad de agua para oxigeno disuelto en estas aguas superficiales según indicado en la Sección 3.2.4(B)(1) del Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (RECAPR) según enmendado, en marzo de 2003, es:

> *"Oxigeno disuelto: contendrá no menos de 5.0 mg/l excepto cuando causas naturales ocasionen una depresión en este valor".*

El uso designado establecido por la Junta de Calidad Ambiental para agua Clase SD en la Sección 3.2.4 (A) del RECAPR es la siguiente:

> *"Aguas superficiales que se utilizarán para suministro de aguas crudas, propagación y preservación de especies deseables, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción, al igual que el recreación de contacto primario y secundario. El uso de recreación de contacto primario está excluido en cualquier cuerpo de agua o segmento que no cumple con la Sección 3.2.4(B)12 de este artículo hasta que dicho cuerpo de agua o segmento alcance la meta de la mencionada sección".*

2.0 Fuentes y Evaluación de Contaminantes

Evaluación de fuentes es necesaria para poder evaluar y caracterizar las cargas de oxigeno disuelto al Río Bairoa, Rio Caguitas, Rio Gurabo, y la Quebrada Sin Nombre, y proponer respuestas de manejo apropiadas. Las evaluaciones de fuentes incluyen la evaluación de todas las fuentes precisadas y su contribución relativa a las cargas de oxigeno disuelto, al igual que el cálculo del total de carga de fuentes dispersas. Para determinar las cargas permisibles a estos cuerpos de agua, se

utilizó un análisis de marco de OD basado en las Guías de ACD de agosto de 1995, sometido a la Junta de Calidad Ambiental junto con el modelo de "déficit de OD Streeter-Phelps".

2.1 Evaluación de Fuentes Precisadas además de Escorrentía

Las principales fuentes precisadas en estos cuerpos de agua son la PTAU de Las Carolinas (Río Caguitas), PTAU de Aguas Buenas (Río Bairoa) y la PTAU de Juncos (Río Gurabo), al igual que las estaciones servidoras de bombeo de desperdicios. No existe PTAU en la Quebrada Sin Nombre, pero si existe una estación de bombeo de aguas usadas. Además, existen tres Plantas de Tratamiento (PT) localizadas aguas arriba de o en estos cuerpos de agua. Estas instalaciónes son la PT de Aguas Buenas (Río Bairoa), PT Gurabo (Río Gurabo) y la PT de Ceiba Sur (Río Gurabo). Los límites de permiso de efluente NPDES, número de permiso, localización y aguas receptoras se presentan en la Tabla VII-1.

TABLA VII-1
LIMITES PERMISOS NPDES

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MAPA	Flujo (mgd)	DOD_5 (mg/l)	NH_3 (mg/l)	Agua Receptora
PTAU Aguas Usadas Aguas Buenas	PR0024732	P1	0.60	30	10	Río Bairoa
PTAU Juncos	PR0020567	P3	1.2	30	2.1	Río Valenciano
PT Aguas Buenas	PR0022896	PR1	0.081	30	1	Quebrada Morena
PT Gurabo	No disponible	NF2	No disponible	No disponible	No disponible	Río Gurabo
PT Ceiba Sur	PR0025119	PR4	0.10	10	Sin límite	Río Valenciano
PTAU Las Carolinas	PR0024731	Cesó Descarga (8/2005)	0.22	30	20	Río Caguitas
Tipo de Límite			Máximo Diario	Promedio Mensual	Máximo Diario	

La data disponible de efluente de PTAU (flujo, DOD_5, NH_3) para las PTAU de Las Carolinas, Aguas Buenas y Juncos durante el 2002 al 2005 se presentan en las Figuras VII-1 a VII-3. Las PTAU de Las Carolinas cesó la descarga en agosto de 2005 y las aguas usadas al presente se bombean a la PTAU de Caguas. La data de efluente refleja unos niveles ocasionales de DOD_5 mayores de 30 mg/l y niveles de NH_3 mayores de 10 mg/l. Los valores promedios se informan en la Tabala VII-2 (excluye alteraciones).

TABLA VII-2
CARACTERISTICAS DE PROMEDIO DE EFLUENTE DE PTAU
(2002-2005)

PTAU	NPDES#	Flujo (mgd)	DOD_5 (mg/l)	NH_3 (mg/l)
Las Carolinas	PR0020273	0.32	19	11
Aguas Buenas	PR0024732	0.36	5	0.3
Juncos	PR0020567	1.43	11	5.9

La data de efluente de planta de tratamiento de agua de 2004 (flujo, DOD_5, $NH_{3)}$ para las plantas de tratamiento de Aguas Buenas y Ceiba Sur se presentan en la Tabla VII-3. La PT de Gurabo actualmente opera pero la data de efluente no está disponible. Típicamente, las descargas de la PT de Aguas Buenas y Ceiba Sur están por debajo de los límites permitidos. Las cargas de demanda de oxigeno disuelto de estas instalaciónes (menos de 5#/día) no son significativas al compararse con otras fuentes.

TABLA VII-3
PROMEDIO DE CARACTERISTICAS DE EFLUENTE DE PT (2004)

PT	NPDES#	Flujo (mgd)	DOD_5 (mg/l)	NH_3 (mg/l)
Aguas Buenas	PR0022896	0.04	1.88	0.56
Ceiba Sur	PR0025119	0.059	3.72	Sin data

La carga de DOB_5 y NH_3 del desvío de la estación de bomba es estimada en 1% del flujo y el límite de permiso de la PTAU ([lbs/día] = 0.01 x flujo [mgd] x 8.34 x concentración [mg/L]). Debido a que los desvíos de las estaciones de bombas son ilegales y serán atendidos a través de acciones de cumplimiento con el permiso NPDES, la carga de DOD_5 y NH_3 en el TMDL para los desvíos de las estaciones de bomba es 0.0 ug/L.

FIGURA VII-1
DATOS DE DMR (2002-2004) – PLANTA DE TRATAMIENTO LAS CAROLINAS
CUENCA DEL RÍO GRANDE DE LOÍZA

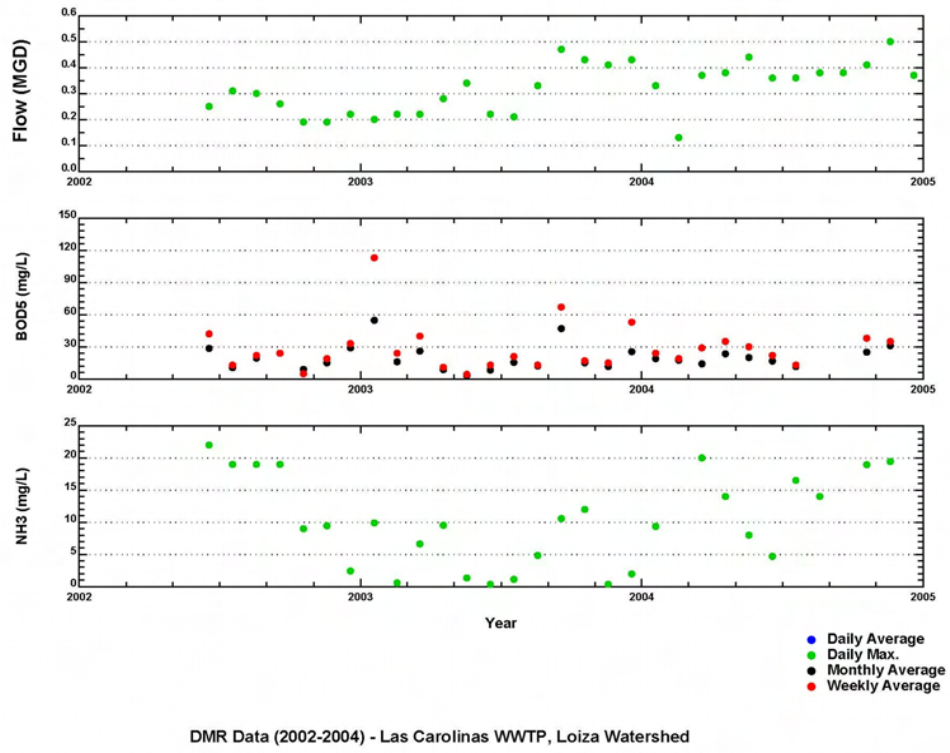
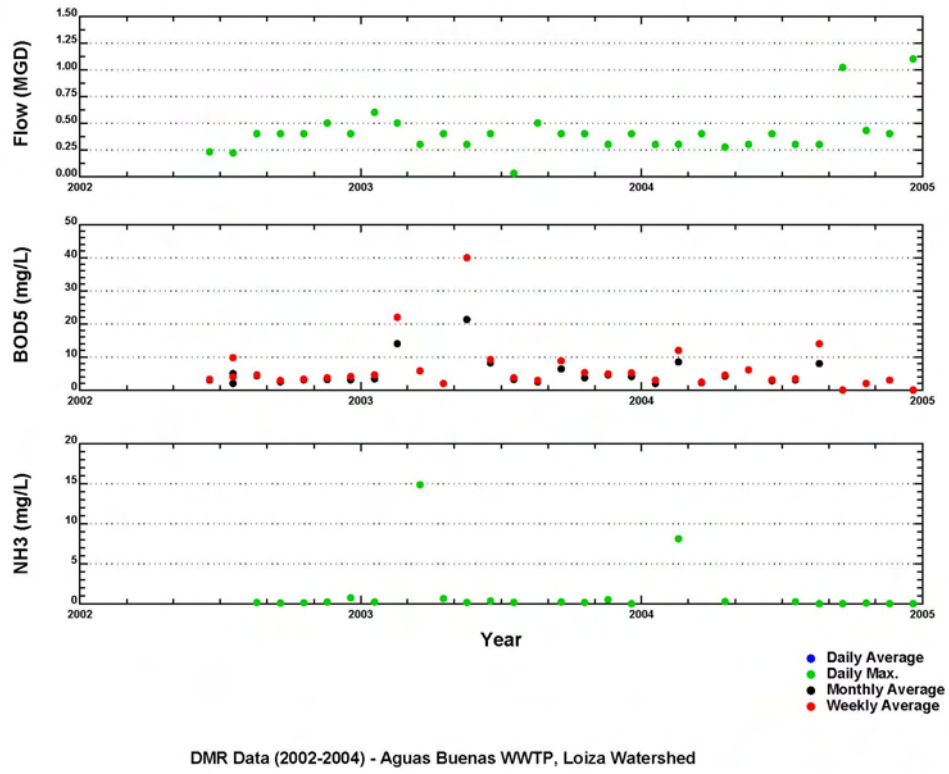
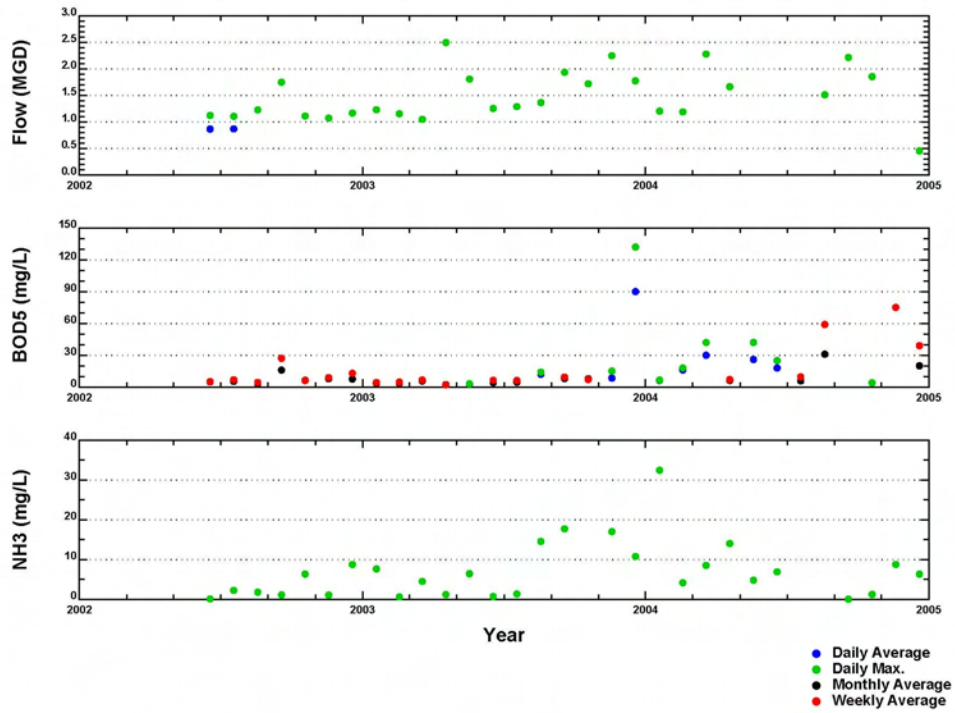


FIGURA VII-2
DATOS DE DMR (2002-2004) – PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS BUENAS
CUENCA DEL RÍO GRANDE DE LOÍZA



DMR Data (2002-2004) - Aguas Buenas WWTP, Loiza Watershed

FIGURA VII-3
DATOS DE DMR (2002-2004) – PLANTA DE TRATAMIENTO JUNCOS
CUENCA DEL RÍO GRANDE DE LOÍZA



2.2 Evaluación de Puntos Dispersos y Puntos Precisados de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuente precisas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes dispersas incluyen sistemas de operaciones de alimentación de animales y pastoreo, fallas de sistemas sépticos, escorrentía urbana y para este análisis, fallas de estaciones de bombeo y aguas usadas y desbordes de sistemas de alcantarillados.

Según se discute en la Sección IV, la cuenca del Río Grande de Loiza fue delineada en 15 sub-cuencas (ver Figura IV-1). Los cuatro cuerpos de agua aquí analizados están localizadas dentro de los segmentos LSPC 4 (Río Gurabo), 5 (Río Bairoa), 7 (Río Caguitas) y 12 (Quebrada Sin Nombre). Notese que cada una de las áreas de las sub-cuencas es mayor que el área de drenaje de la unidad de evaluación listada. Las sub-cuencas LSPC solamente se utilizaron para identificar fuentes potenciales dentro de las áreas de drenaje que pueden impactar la calidad de agua.

Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus características operacionales. Las operaciones de alimentación de animales localizados en los segmentos LSPC se resumen en la Tabla VII-4 y se identifican en la Tabla B-3.

TABLA VII-4
OPERACIONES DE ALIMENTACIÓN DE ANIMALES

Segmento LSPC	Cuerpo de agua	Lechería	Caballo	Aves de Corral	Ganado Porcino	Carne Vacuno
4	Río Gurabo	3	7	0	2	1
5	Río Bairoa	0	0	0	0	0
7	Río Caguitas	0	2	1	0	0
12	Quebrada Sin Nombre	1	0	2	4	0

Fallas de Tanques Sépticos

Como primer paso, se visitaron las oficinas regionales de AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con el personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, se determinó la población sin sistema de alcantarillado.

Table VII-5
POBLACION CON Y SIN ALCANTARILLADO

Segmento LSPC	Población Total	Población con Alcantarillado	Población sin Alcantarillado	% Sin Alcantarillado
4	32,872	10,740	22,132	67
5	13,793	11,591	2,202	16
7	67,662	44,516	23,146	34
12	38,009	11,182	26,827	71

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana es considerada una fuente dispersa.

3.0 ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Para un TMDL de oxigeno disuelto, es apropiado expresar el TMDL, diariamente. Las cargas de contaminante de oxígeno disuelto diario son más críticas al río durante condiciones de flujo bajo, especialmente durante un flujo del cuerpo de agua crítico 7Q2.

3.1. Revisión general a la data de calidad de agua superficial

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) mantiene la estaciones de Calidad de Agua 50055250 (Estación 2 en la Figura IV-1, Río Caguitas en la Carretera 30 en Caguas), 50055400 (Estación 3 en la Figura IV-1), Río Bairoa cerca de Caguas y 50057025 (Estación 4 en la Figura IV-1, Río Gurabo cerca de Gurabo). La Junta de Calidad Ambiental (JCA) mantiene Estación de monitoríaes de Calidad de Agua L-2 (Estación 3 en la Figura IV-1, Río Grande de Loiza

(Quebrada Sin Nombre) cerca de San Lorenzo. La data de OD para estos cuatro cuerpos de agua se presenta en las Figuras VII-4 a VII-7. Estas figuras incluyen data para temperatura de agua, OD y saturación de OD (satOD) como una función de temperatura y elevación y deficit de OD (satOD-OD) en las estaciones USGS y la estación de la JCA. La data previo a 1999/2000 no se utilizó para representar calidad de agua en estas cuerpos de agua debido al progreso de las PTAU aguas arriba (basado en la data de DOC reducido en el cuerpo de agua). La data de 1999/2000 en adelante indica violaciones ocasionales de OD (menos del estándar de 5 mg/l) en Río Caguitas, un período de excursión en 2003 para Río Bairoa, y frecuentes violaciones en Río Gurabo y Quebrada Sin Nombre. Estas violaciones de OD probablemente se deben a puntos precisados aguas arriba (fallas en las estaciones de bombeo de aguas usadas y PTAU) y fuentes dispersas (sistemas sépticos defectuosos y operaciones de alimentación de animales y pastoreo).

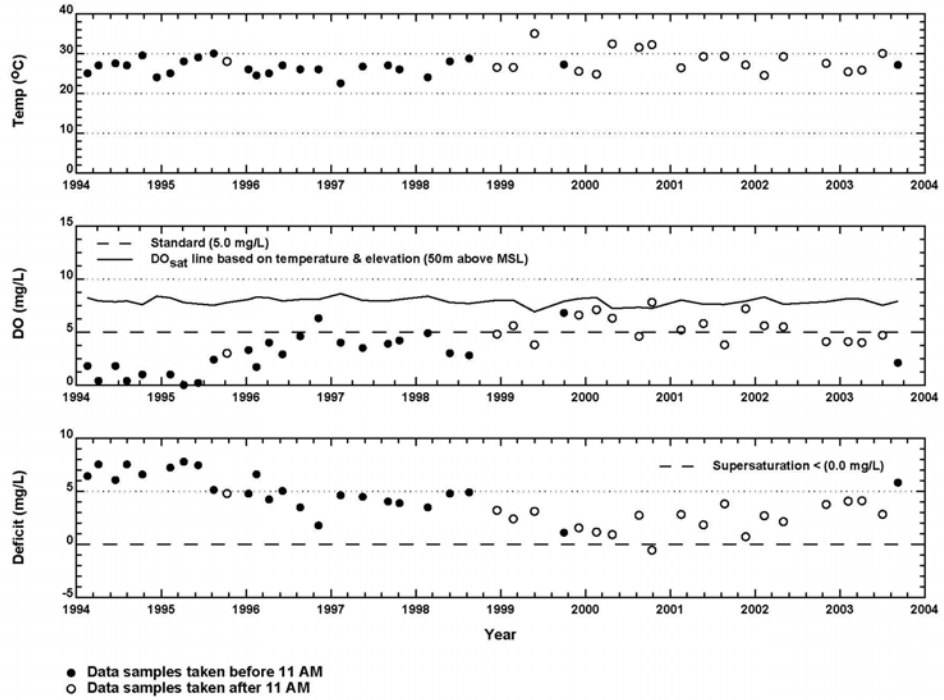
3.2 Modelo de Calidad de Agua, Calibración y Cálculo de Carga

Para determinar las cargas permisibles a estos cuerpos de agua, se utilizó el marco de análisis de OD basado en las Pautas de Asignación de Desperdicios (AD), de agosto de 1995, sometidos a la Junta de Calidad Ambiental junto con el modelo de déficit de OD Streeter-Phelps. Este método requiere información sobre geometría del cuerpo de agua (profundidad, ancho, velocidad e inclinación), flujo del cuerpo de agua y temperatura, re-aeración (Ka), oxidación de OD (Kd), demanda de oxigeno sedimentación (DOS), fuentes precisadas y fuentes dispersas de DOD_5 y NH_3.

La profundidad y ancho del cuerpo de agua se basó en información contenida en las Guías de ACD (Figura E-1) con la velocidad calculada desde el área y flujo de sección transversal. Se efectuaron modificaciones mínimas al ancho y profundidad del cuerpo de agua basadas en la información disponible del cuerpo de agua. Las pendiente del cuerpo de agua se estimaron de los mapas topográficos de la USGS y algo modificadas en las áreas

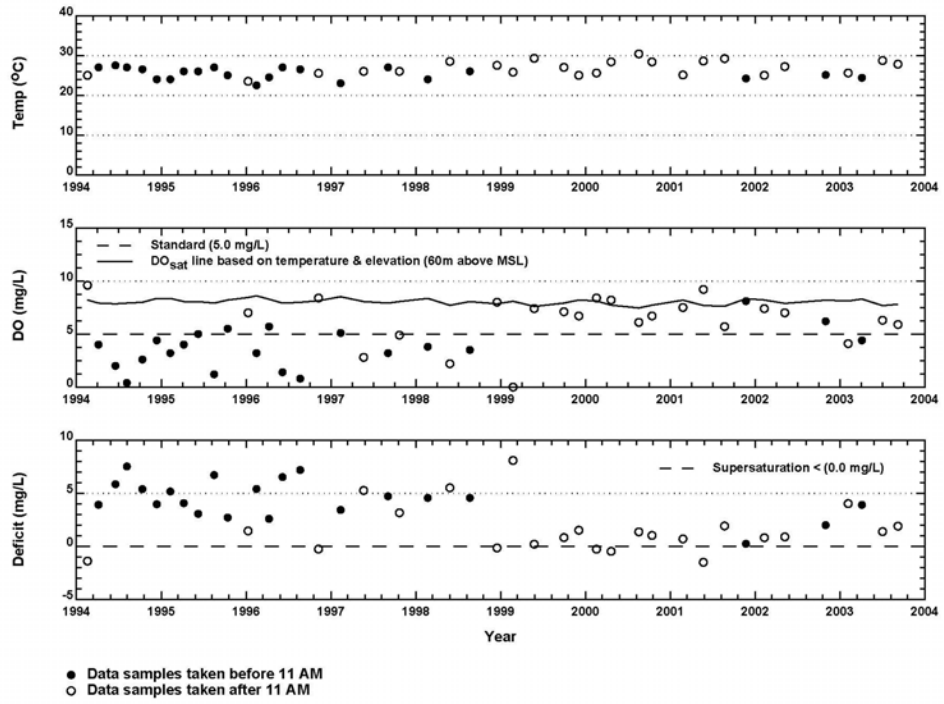
FIGURA VII-4

TEMPERATURA, OXÍGENO DISUELTO, DÉFICIT DE OD (1994-2003) ESTACIÓN USGS 50055250, RÍO CAGUITAS EN CARRETERA ESTATAL 30 EN CAGUAS CUENCA RÍO GRANDE DE LOÍZA



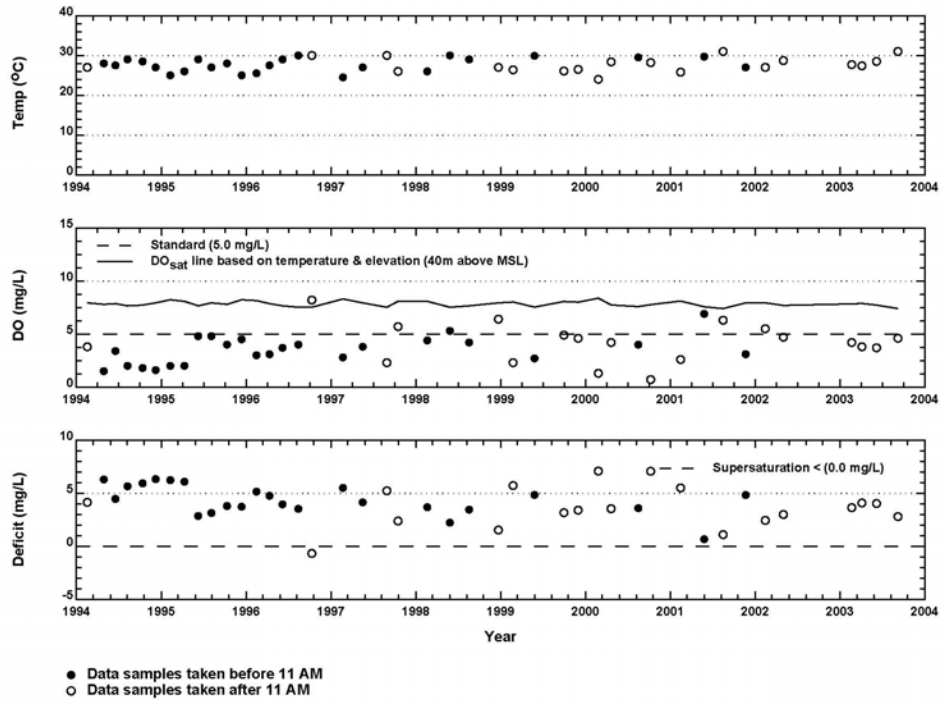
Temperature, Dissolved Oxygen, DO Deficit (1994-2003)
Rio Caguitas at HWY 30 at Caguas: USGS Gage 50055250, Loiza Watershed

FIGURA VII-5
TEMPERATURA, OXÍGENO DISUELTO, DÉFICIT DE OD (1994-2003)
ESTACIÓN USGS 50055400, RÍO BAIROA CERCA DE CAGUAS
CUENCA RÍO GRANDE DE LOÍZA



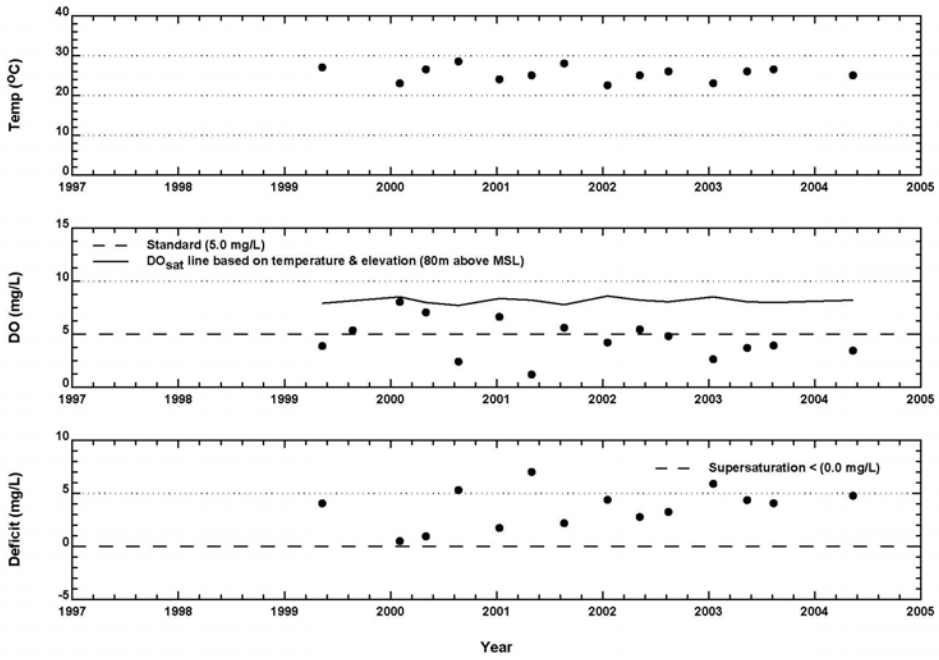
Temperature, Dissolved Oxygen, DO Deficit (1994-2003)
Rio Bairoa near Caguas: USGS Gage 50055400, Loiza Watershed

FIGURA VII-6
TEMPERATURA, OXÍGENO DISUELTO, DÉFICIT DE OD (1994-2003)
ESTACIÓN USGS 50057025, RÍO GURABO CERCA DE GURABO
CUENCA RÍO GRANDE DE LOÍZA



Temperature, Dissolved Oxygen, DO Deficit (1994-2003)
Rio Gurabo near Gurabo: USGS Gage 50057025, Loiza Watershed

FIGURA VII-7
TEMPERATURA, OXÍGENO DISUELTO, DÉFICIT DE OD (1994-2003)
ESTACIÓN PREQB L-2, QUEBRADA SIN NOMBRE
CUENCA RÍO GRANDE DE LOÍZA



Temperature, Dissolved Oxygen, DO Deficit (1997-2004)
Quebrada Sin Nombre: PREQB Station L-2, Loiza Watershed

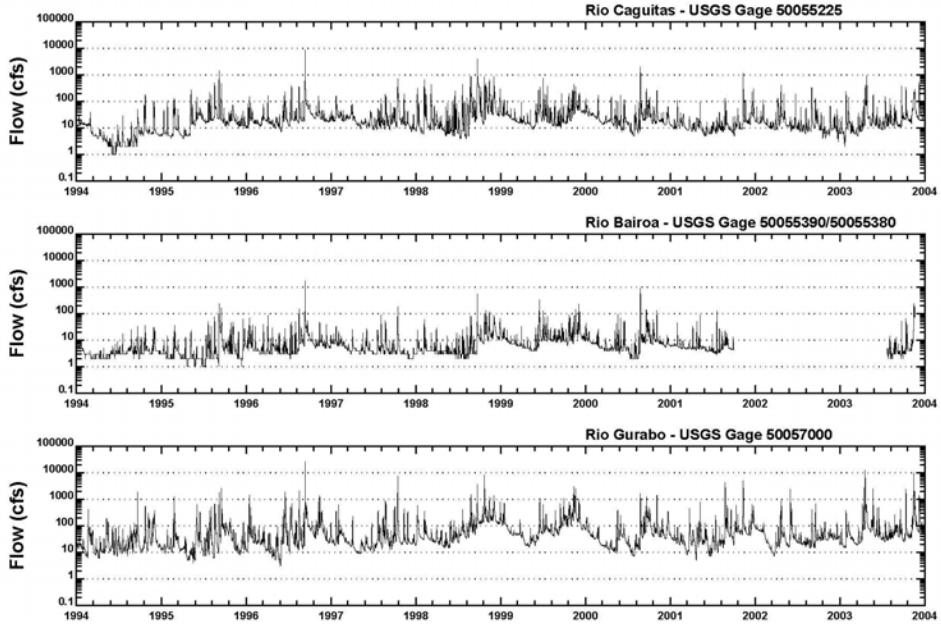
donde los efectos de contra cuerpos de agua o información topográfica limitada estaba disponible. La re-aeración se calculó utilizando la ecuación de re-areación Tsivoglou (Ka = 1.8 US, donde U es velocidad en "fps" y S es la pendiente en pies/milla. Una tasa de oxidación de DOD de 0.5/día se utilizó basado en reproducir la data OD observada y según guiada por la Figura E-3 de las pautas de la ACD. Un historial nominal de DOS de 1 g/m^2/día también se utilizó en el análisis. Un flujo creciente aguas arriba NH_3 nivel de 0.2 mg/l se utilizó para el Río Caguitas, Rio Bairoa y Río Gurabo. Un flujo creciente aguas arriba de DOB_5 de 30 mg/l en el Río Caguitas, 40 mg/l en el Río Bairoa y 10 mg/l en el Río Gurabo fue utilizado para representar las fuentes de DOB debido a las fallas potenciales de las estaciones de bombeo y cargas urbanas. Para la Quebrada Sin Nombre, se uitilizaron los valores de 20 mg/l DOB_5 y 2 mg/l NH_3 para representar las fuentes de trasfondo del BOD debido a las potenciales fallas de las estaciones de bombeo y sistemas sépticos. Una temperatura de cuerpo de agua de 30°C se utilizó para representar las condiciones de bajo flujo de verano y para corregir las tasas (Ka, Kd, DOS) de 30°C a 20°C. El flujo crítico de cuerpo de agua 7Q2 se determinó utilizando el programa de análisis de flujo del cuerpo de agua USEPA DFLOW3 (http://epa.gov/waterscience/dflow/) y data disponible de flujo de la USGS. La data de flujo de la USGS utilizado para calcular los flujos bajos de 7Q2 fueron del Río Bairoa (#50055390, 1990-2000), Río Caguitas (#50055225, 1990.2003), Río Gurabo (50057000, 1959-2003) y Río Grande de Loiza (#50055000, 1959-2003). El programa DFLOW3 es una implantación basada en Windows de la metodología de USEPA para determinación de diseño de flujo del cuerpo de agua para modelado en condición estable según presentado en el Libro VI del manual de guías técnicas para efectuar asignaciones de cargas de desperdicios (USEPA, 1986). Para determinar los flujos 7Q2 en localizaciones además de la estación de monitoría es de flujo, se utilizó un método de tasa de área de drenaje. El largo del cuerpo de agua utilizado en el análisis es la distancia de la PTAU a la estación de monitoreo de calidad de agua más cercana aguas abajo. Un resumen de esta información se presenta en la Tabla VII-6.

TABLA VII-6
CARACTERISTICAS DEL CUERPO DE AGUA

Cuerpo de Agua	7Q2 (cfs)	Largo (Millas)	Inclinación (pies/mi)	Velocidad (fps)	Profundidad (pies)	Ancho (pies)	Tiempo de Recorrido (días)	Ka (1/día)
Río Caguitas	6.0	6.3	15-30	0.4	0.7	18	1.1	12-24
Rio Bairoa	2.6	6.5	30-150	0.4	0.5	7.6	1.1	26-122
Río Gurabo	14.0	7.2	5-7	0.2	1.1	54	2.0	2.5-3.4
Quebrada Sin Nombre	1.8	1.0	15	0.4	0.6	9.4	0.2	13

Ya que los niveles bajos de OD en estos cuerpos de agua fueron típicamente observadas a principios del 2003 por un período de tiempo extendido (3 meses), este período se utilizó para probar la información recopilada para completar el análisis de OD. Los flujos de cuerpos de agua en estos cuerpos de agua se presentan en la Figura VII-8 y durante este período de tres meses los flujos estaban cercanos a las condiciones críticas de flujo 7Q2. La información de cargas de fuentes precisadas

FIGURA VII-8
FLUJO USGS EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE LOÍZA (1994-2003)



USGS Flows in the Rio Grande de Loiza Watershed (1994-2003)

(PTAU) se recopiló para este período y combinó con estimados de flujo del cuerpo de agua para desarrollar cartas NPS aumentadas y aguas arriba. La NPS EC se determinó basado en el flujo aguas arriba y concentración o, si más de una Fuente Precisada (FP) estaba presente en un alcance del cuerpo de agua, como la carga agua arriba más la carga aumentada basado en el flujo aumentado justificado en el análisis. Las cargas utilizadas para el análisis de OD bajo (MA7Q2) se presentan en la Tabla VII-7 junto con el déficit crítico de OD en la Tabla VII-8. En general, el análisis refleja que dada la información disponible del cuerpo de agua y carga los niveles de OD bajo observados en el 2003 (~3-4 mg/l) se reproducen or el método de análisis de OD según se resume más adelante.

TABLA VII-7
CONDICIONES DE BAJO EFLUENTE DE OD

PTAU	Flujo (mgd)	DOB_5 (mg/l)	NH_3 (mg/l)	TBO Du (mg/l)
Las Carolinas	0.20	30	10	136
Aguas Buenas	0.60	20	15	129
Juncos	1.20	10	5	53

TABLA VII-8
CONDICIONES BAJAS DE OD CUERPO DE AGUA

Cuerpo de Agua	NPS TBO Du (lbs/día)	PS TBODu (lbs/día)	Total Déficit OD (mg/l)	OD Crítico (mg/l)
Río Caguitas	4092	226	4.0	3.5
Río Bairoa	2151	643	3.5	4.0
Río Gurabo	2499	529	4.2	3.3
Quebrada Sin Nombre	745	0	3.5	4.0

- En el Río Caguitas, el acercamiento DO generalmente reprodujo los niveles bajos observados en el 2003 dado las cargas asignadas de fuentes precisas y fuentes dispersas. Durante el período de análisis, la PTAU de Las Carolinas descargaba al Río Caguitas pero la descarga ya se ha descontinuado con las aguas usadas bombeadas a la PTAU de Caguas.
- En el Río Bairoa, los niveles bajos de DO solamente fueron observados en el período de 2003 y parecen ser una combinación de flujo bajo y cargas mayores a las usuales de la PTAU de Aguas Buenas junto con las cargas del NPS. Los niveles de DO en el Río Bairoa son típicamente

mayores que el estándar de 5 mg/l y operación típica de la PTAU de Aguas Buenas no parece impactar los niveles de DO en otras condiciones. El asignar las cargas de PTAU más altas junto con las cargas de fuentes dispersas generalmente reprodujeron los niveles bajos de DO en el 2003.

- En el Río Gurabo, existen violaciones más frecuentes del estándar de DO, lo que puede deberse a tanto fallos de la PTAU de Juncos y la estación de bombeo. Durante el período de 2003-2005, existían 129 vías secundarias (estación de bombeo y sistema de alcantarilla), con 79 eventos de más de un día, para un total de 173 días de desbordes. De estos eventos, el 80% fueron directamente al cuerpo de agua que entra al Río Gurabo aguas arriba del segmento listado y también podría contribuir a la baja observada de niveles de DO aguas abajo. La asignación de cargas de PTAU junto con las cargas de fuentes dispersas generalmente reprodujo los niveles bajos de DO.
- En la Quebrada Sin Nombre, no hay descargas de PTAU, pero existe una estación de bombeo y sistema séptico aguas arriba de la localización de los niveles bajos de DO medidos. Estas fuentes pueden potencialmente causar violaciones de DO a través de las fallas y continuas cargas y se ajustaron para reproducir los niveles bajos de DO.

4.0 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explicito de 10%.

5.0 VARIACIONES ESTACIONALES/CONDICIONES CRITICAS

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de sequía ocurren periódicamente. Aunque puede haber alguna variabilidad de año en año debido a variabilidad de patrones climatológicos, estos TMDLs están basados en el flujo del cuerpo de agua crítico 7Q2 para cada uno de los segmentos de cuerpo de agua impactados y por lo tanto son protectores para todas las estaciones. El flujo crítico de cuerpo de agua es el mínimo de un promedio de flujo del cuerpo de agua de 7 días que ocurre una vez cada dos años y representa una condición critica de flujo del cuerpo de agua baja utilizada al efectuar las ACDs. Además, la calidad de agua en el cuerpo de agua debido a las cargas de FP a flujos mayores del 7Q2 resultara en cumplimiento con los estándares de calidad de agua debido al aumento de disolución de flujo, y por lo tanto, la calidad de agua será protegida a flujos de cuerpos de agua mayores.

6.0 Asignación de TMDL Fase I

Ya que el acercamiento de modelado de calidad de agua generalmente reprodujo la baja observada de niveles de DO en los cuatro cuerpos de agua, se utilizó el acercamiento para determinar las cargas permitidas (FP y FD) que se requieren para cumplir con el estándar de DO de 5 mg/l en el verano, condiciones críticas de bajo flujo (7Q2). Este análisis identifica los límites permitidos de efluente potencial de PTAU, pero un análisis más rigoroso debe completarse antes de modificar cualesquiera límites de permiso. El trabajo adicional deberá incluir escrutinios de campo para mejor definir la entrada (geometría del cuerpo de agua, tiempo de deslizamiento, cargas) y modelado adicional de los cuerpos de agua, y se ha incluido como parte del programa propuesto Fase II.

La Tabla VII-9 presenta las condicionas de carga de TMDL para tanto fuentes precisadas y fuentes dispersas que cumplirán con el estándar de DO de 5 mg/l en el verano (30□C9, condiciones de cuerpo de agua de bajo flujo (7Q2).

TABLA VII-9
CONDICIONES DE CARGAS DE TMDL

Cuerpo de Agua	FD TDOBu (lbs/día)	FP TDOBu (lbs/día)	Total Defícit DO (mg/l)	DO Crítico (mg/l)
Río Caguitas	319	0	0.5	7.0
Río Bairoa	137	679	1.4	6.1
Río Gurabo	748	771	2.5	5.0
Quebrada Sin Nombre	107	0	0.6	6.9

Los siguientes resultados de TMDL fueron observados para los cuatro cuerpos de agua.

- En el Río Caguitas, la remoción de la descarga de la PTAU de Las Carolinas y **asignó** un DOB_5 de trasfondo, concentraciones de 3 mg/l (por ejemplo: ningún fallo de estación de bombeo) resultaron en niveles de DO calculados mayores que el estándar (~7 mg/l).
- En el Río Bairoa, la descarga de la PTAU de Aguas Buenas fue asignada a su DOB_5 y NH_3 límite de efluente permitido de 30 mg/l y 10 mg/l, respectivamente. Además, una concentración de trasfondo DOB_5 de 3 mg/l fue asignada (por ejemplo: ningún fallo de estaciones de bombeo). Los niveles resultantes de DO calculados son mayores que el estándar (~6 mg/l).
- En el Río Gurabo, la descarga de la PTAU de Juncos fue asignada a un limite de efluente reducido de DOB_5 de 15mg/l y un limite aumentado de efluente NH_3 de 7 mg/l de su actual permiso. Además, la concentración de trasfondo de DOB_5 de mg/l fue asignado (asume se eliminan fallas de estaciones de bombeos). Para la PTAU de Juncos, los límites de efluente de DOB_5 y NH_3 utilizados podrían requerir mejor operación o mejoras a la PTAU ya que la planta aparenta estar en o por encima de las condiciones de diseño basado en los récords de flujo de efluentes y la calidad creciente de efluente. Los niveles resultantes calculados de DO son iguales al estándar (~5 mg/l).
- En la Quebrada Sin Nombre, las concentraciones de trasfondo de DOB_5 y NH_3 fueron reducidas a niveles de trasfondo de 3 mg/l y 0.2 mg/l, respectivamente, para representar la eliminación de fallos en estaciones de bombeo y sistemas sépticos. Los niveles resultantes calculados de DO son mayores que el estándar (~7 mg/l).

El TMDL para el TDOBu de cargas (total de demanda de oxigeno de DOB_5 y NH_3) se presentan en la Tabla VII-10 para tanto fuentes precisadas y fuentes dispersas por cuerpo de agua.

TABLA VII-10
TDOBu TMDL

Cuerpo de Agua	ACD (lbs/día)	AC (lbs/día)	MS (lbs/día)	TMDL (lbs/día)
Río Caguitas	0	287.1	31.9	319
Río Bairoa	679 (PTAU Aguas Buenas)	55.6	81.6	816
Río Gurabo	771 (PTAU Juncos)	596.1	151.9	1519
Quebrada Sin Nombre	0	96.3	10.7	107

La Tabla VII-11 resume las cargas y las condiciones de descarga de efluentes de las PTAU.

TABLA VII-11
LIMITES DE EFLUENTE DE PTAU

PTAU	Flujo (mgd)	DOB_5 (mg/l)	NH_3 (mg/l)	TDOBu (mg/l)
Las Carolinas	0.00	0	0	0
Aguas Buenas	0.60	30	10	136
Juncos	1.20	15	7	77

Los cálculos de DO y TMDLs Fase 1 deben ser revisados con mejor información y modelado refinado completado para estimar los impactos de DO en los cuerpos de agua receptoras. La información adicional debe incluir mejor definición de geometría del cuerpo de agua, tiempo de deslizamiento y más importante, las cargas de fallas de estaciones de bombeo/sistemas sépticos y PTAUs. Los cuerpos de agua pendientes de traslación rápida en la cuenca proveen las condiciones ideales para capacidad de aumento de asimilación, pero la información adicional ayudará a entender mejor los impactos de cargas y cuerpos de agua receptoras con tanto las fuentes precisadas y fuentes dispersas.

7.0 GARANTÍA RAZONABLE

La garantía razonable para la implantación de este TMDL ha sido considerada para las fuentes precisadas y fuentes dispersas de selenio para lo cual las recomendaciones de manejo se han

hecho en este informe. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades gubernamentales al igual que no gubernamentales.

La naturaleza compleja de las necesidades de implantación han sido reconocidas a través del desarrollo del programa Fase I y han sido acomodados mediante la integración de agencias de gobierno en Comites de Dirección Ejecutivos y Técnicos (USEPA, JCA, PRDOH, AAA), al igual que la integración de otras agencias en momentos apropiados (USDA, PRDNR, UPR). Un Programa de Participación de Constituyentes también ha sido comenzado para incluir al gobierno municipal, grupos de industria, organizaciones públicas, incluyendo grupos ambientales y ciudadanos locales y comercio.

Se espera que estos esfuerzos producirán el apoyo necesario de gobierno al igual que del público y la industria para lograr la implantación de las actividades que han sido específicados como requeridos para cumplir con el TMDL Fase I. Se anticipa que este apoyo necesitará incluir información, esfuerzo educacional y financiero y otros incentivos, y seguimiento reglamentario.

8.0 IMPLANTACION

Una revisión de todas las fuentes precisadas y fuentes dispersas de BOD_5 y NH_3 al Río Grande de Loíza ha resultado en la identificación de las siguientes opciones para reducir la entrada de BOD_5 y NH_3.

8.1 Agrícola (Operaciones de Alimentación de Animales/Controles de Pastoreo

Aunque las visitas a las OAAs a través de la cuenca encontró que en la mayoría están en cumplimiento con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observó que no existe una guía para animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas recomendadas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir la entrada de demanda bioquímica de oxigeno a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para OAA/pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y practicas clarificadas y mejoradas de

manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización.

Los estudios* han reflejado que la implantación de esta recomendación podría reducir la carga de nitrógeno de estas fuentes en 60%.

8.2 Manejo de Tanques Sépticos

Aunque una reducción de esta fuente no ha sido identificada en la AC, se estima que la tasa de fallo existente de los tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos en cuanto a su colocación (nueva construcción) controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no pueden funcionar adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias), se puede lograr una reducción en que el BOD_5 y NH_3 pueda alcanzar aguas superficiales.

En el futuro inmediato, los dueños de sistemas sépticos deben ser educados sobre el uso apropiado y mantenimiento de un sistema séptico.

---

*USEPA, Escorrentía Contaminada, Guía de Medidas de Manejo.

8.3 Desvío de Desperdicios de Estación de Bombeo y Eliminación de Recogido de Desbordes de Sistemas

Se necesita un programa **de manejo activo** tal y como el programa "Voluntary Capacity Management Operation and Maintenance (CMOM) de EPA, dirigido a eliminar las cargas de las estaciones de bombeo y sistema de recolección es necesaria para alcanzar los estándares de calidad de agua.

8.4 Manejo de Escorrentía Municipal

Los municipios deben **implantar las Mejores Prácticas Manejo** (MPA) según propuesto en el Borrador de Permiso General de EPA para reducir aún más la carga de fuente dispersa.

9.0 MONITOREO DE SEGUIMIENTO

El TMDL Fase 1 presentada en el anterior se reconoce como que está basada en data limitada, según estaba razonablemente disponible de fuentes existentes. Para estimar los impactos de DO en los cuerpos de agua receptores, la geometría del cuerpo de agua, tiempo de deslizamiento, reareación atmosférica, demanda de oxigeno de sedimento, etc., fueron desarrollados utilizando las guías. Los cuerpos de agua empinadas de traslación rápida en la cuenca proveen condiciones ideales para el aumento de capacidad de asimilación y la información adicional ayudará a entender mejor los impactos en los cuerpos de agua receptoras y cargadoras asociadas con tanto las fuentes precisadas al igual que las fuentes dispersas. Las cargas de fuentes precisadas y fuentes dispersas también se reconocen como complejas en naturaleza y requirieron significativas presunciones simplificadoras.

Un método escalonado a la implantación es apropiado para los TMDLs de oxigeno disuelto del TMDLs, considerando la naturaleza altamente variable de las cargas de contaminantes de fuentes dispersas. Este método requiere que el monitoreo se efectúe a la respuesta de la calidad de agua en el cuerpo de agua según las reducciones de cargas se hagan con el pasar del tiempo. El monitoreo de la calidad de agua ha sido efectuado por la JCA y el USGS en las estaciones de monitoreo de calidad de agua antes identificadas trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras a la calidad de agua y para asegurar que el estándar de oxigeno disuelto de calidad de agua se logre.

10.0 Participación de Constituyentes/Participación del Público

En la actualidad existe un Programa de Participación de Constituyentes para incluir todos los elementos del público (gobierno municipal, grupos de industria, comercio, público, organizaciones, público general, etc.) dentro de la cuenca. La meta es asegurar la participación de todos aquellos que se afectarán en el desarrollo de las metas y objetivos, al igual que la implantación de las recomendaciones del estudio. Una meta adicional es el establecimiento de una estructura y membresía que servirá la continúa necesidad de un grupo administrativo de la cuenca, asegurando un enfoque continuo en mejorar la calidad de agua mediante la implantación de las recomendaciones de este estudio, al igual que aquellos que pueden ser desarrollados en el futuro.

VIII. CUENCA DEL RIO GRANDE DE LOIZA TMDLs DE AMONIACO

1.0 IDENTIFICACION DE LA UNIDAD DE EVALUACIÓN/CONTAMINANTE DE IMPORTANCIA/CATEGORIZACIÓN PRIORITARIA

Las unidades de evaluación son el Río Caguitas (PRER0110b_00) y Río Bairoa (PRER0109b_00) El largo del Río Caguitas y el Río Bairoa es de 16.2 y 7.3 millas, respectivamente. El contaminante de importancia es el amoniaco. La lista de aguas impactadas para cada una especifica el problema de calidad de agua como uno de alta prioridad. Estas aguas impactadas se clasifican como Clase SD. El estándar para calidad de agua para el total de amoniaco en estas aguas superficiales según indicado en la Sección 3.2.4(B)(1) del Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (RECAPR) según enmendado, en marzo de 2003, es:

> *Amoniaco Total: No excederá 1.0 mg/l aguas arriba de los puntos dados por las coordenadas para los siguientes segmentos:*
>
> *Río Caguitas - 18E15'28" /66E01'26"*
>
> *Río Bairoa - 18E15'28" / 66E02'13"*

El uso establecido por la Junta de Calidad Ambiental para agua Clase SD en la Sección 3.2.4(A) del RECAPR es:

> *"Las aguas superficiales propuesta para uso como provisión de aguas crudas, propagación y preservación de especies deseadas, incluyendo especies en peligro o amenaza de extinción, al igual que la recreación primaria y secundaria. La recreación de contacto primario esta excluida en cualquier cuerpo de agua o segmento que no cumpla con la Sección 3.2.4(B)12 de este artículo hasta tanto dicho cuerpo de agua o segmento cumpla con la meta de dicha sección."*

2.0 Fuentes Contaminantes y Evaluación

Las evaluaciones de fuentes son necesarias para poder evaluar y categorizar las cargas de amoniaco al Río Bairoa y Río Caguitas y proponer respuestas de manejo apropiadas. Las evaluaciones de fuentes incluyen evaluación de todos las fuentes precisadas significativas y sus contribuciones relativas al total de carga de amoniaco y el cálculo de cargas totales de fuentes dispersas.

2.1 Evaluación de Fuentes Precisadas además de Escorrentía

Las principales fuentes precisadas en estoas cuerpos de agua son la PTAU de Las Carolinas (Río Caguitas), PTAU de Aguas Buenas (Río Bairoa), al igual que las estaciones servidoras bombeo de aguas usadas. La planta de tratamiento de agua de Aguas Buenas (PTA) está localizada en una quebrada aguas arriba del Río Bairoa. Los permisos de limite de efluentes de NPDES, número de permiso, localización y agua receptora se presentan en la Tabla VIII-1.

TABLA VIII-1
LIMITES DE PERMISO NPDES

Nombre de Instalación	#NPDES	Número ID MEPA	Flujo (mgd)	NH_3 (mg/l)	Agua Receptora
PTAU Aguas Buenas	PR0024732	P1	0.60	10	Río Bairoa
PT Aguas Buenas	PR0022896	PR1	0.081	1	Quebrada Morena
PTAU Las Carolinas	PR0024731	Cesó descarga (8/2005)	0.22	20	Río Caguitas
Tipo de Límite			Máximo Diario	Máximo Diario	

La data disponible de efluente de PTAU (flujo y NH_3 para Las Carolinas y Aguas Buenas durante el 2002 al 2005 se presentan en las Figureas VIII-1 y 2. La planta de tratamiento de aguas usadas de Las Carolinas cesó descargando en agosto 2005 y al presente las aguas usadas se descargan a la PTAU de Caguas. Típicamente, la PTAU de Aguas Buenas informa un efluente de buena calidad con los promedios de flujo de efluente y niveles de NH_3 presentados en la Tabla VIII-2 (excluye alteraciones). La data de efluente para la PTAU de Aguas Buenas reflejan una alteración ocasional con los niveles de NH_3 mayores de 10 mg/l temprano en el 2003 y otra alteración temprana en el 2004 con el nivel de NH_3 permaneciendo por debajo de los límites del permiso.

FIGURA VIII-1
DATOS DMR (2002-2004), PLANTA DE TRATAMIENTO LAS CAROLINAS
CUENCA RÍO GRANDE DE LOÍZA

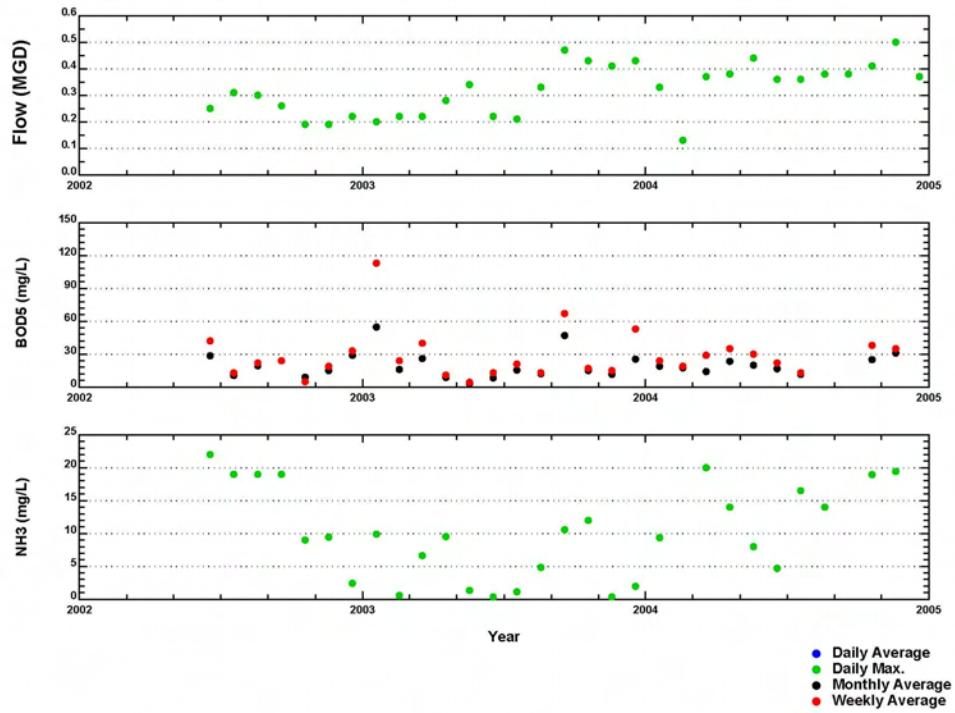
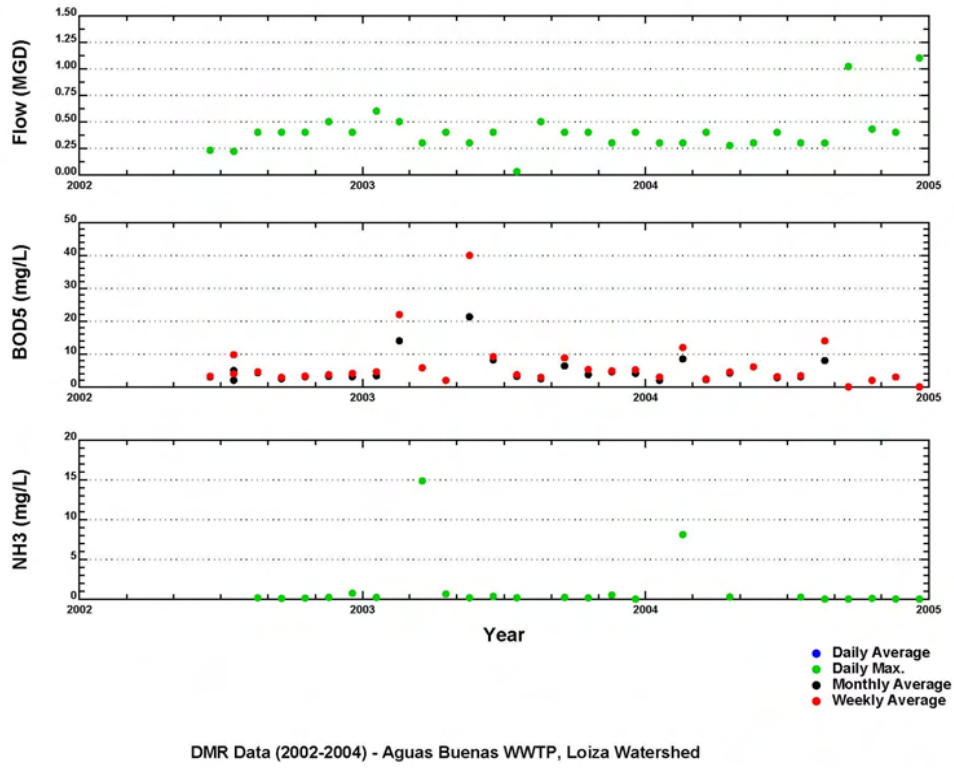


FIGURA VIII-2
DATOS DMR (2002-2004), PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS BUENAS
CUENCA RÍO GRANDE DE LOÍZA



La data del 2004 para efluente de planta de tratamiento de agua (flujo y NH_3) para la planta de tratamiento de agua de Aguas Buenas también se resume en la Tabla VIII-2. Típicamente, la descarga de la PTA de Aguas Buenas está bien por debajo del límite permitido. El total de carga de amoniaco de esta instalación es menos de 0.2 #/día.

TABLA VIII-2
PROMEDIO CARACTERÍSTICO DE EFLUENTE

Nombre de Instalación	# NPDES	Flujo (mgd)	NH_3 (mg/l)	NH_3 (#/día)
PTAU Las Carolinas	PR0020273	0.32	11	29.4
PTAU Aguas Buenas	PR0024732	0.36	0.3	0.9
PTA Aguas Buenas	PR0022896	0.04	0.56	0.18

La carga de NH_3 del desvío de la estación de bomba es estimada en 1% del flujo y el límite de permiso de la PTAU ([lbs/día] = 0.01 x flujo [mgd] x 8.34 x concentración [mg/L]). Debido a que los desvíos de las estaciones de bombas son ilegales y serán atendidos a través de acciones de cumplimiento con el permiso NPDES, la carga de NH_3 en el TMDL para los desvíos de las estaciones de bomba es 0.0 ug/L.

2.2 Evaluación de Fuentes Dispersas y Precisadas de Escorrentía

Fuentes dispersas y fuente precisas de escorrentía incluyen clima seco, al igual que cargas conducidas por escorrentía de varios usos de terreno. Las fuentes dispersas incluyen sistemas operaciones de alimentación de animales y pastoreo, sistemas sépticos defectuosos, escorrentía urbana y para este análisis, fallas de estaciones de bombeo y aguas usadas y desbordes de sistemas de alcantarillados.

Según se discute en la Sección IV, la cuenca del Río Grande de Loiza fue delineada en 15 sub-cuencas (ver Figura IV-1). Los dos cuerpos de agua aquí analizadas están localizadas dentro de los segmentos LSPC 5 (Río Bairoa) y 7 (Río (Río Caguitas). Notese que cada una de las áreas de las sub-cuencas es mayor que el área de drenaje de la unidad de evaluación listada. Las sub-cuencas LSPC solamente se utilizaron para identificar fuentes potenciales dentro de las áreas de drenaje que pueden impactar la calidad de agua.

<u>Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo</u>

Cada OAA fue inspeccionado para determinar su localización (GPS), al igual que sus

características operacionales. Las operaciones de alimentación de animales localizados en los segmentos LSPC se resumen en la Tabla VIII-3 y se identifican en la Tabla B-3.

TABLA VIII-3
OPERACIONES DE ALIMENTACIÓN DE ANIMALES

Segmento LSPC	Cuerpo de agua	Lechería	Caballo	Aves de Corral	Ganado Porcino	Ganado Vacuno
5	Río Bairoa	0	0	0	0	0
7	Río Caguitas	0	2	1	0	0

Fallas de Tanques Sépticos

Como primer paso, se visitaron las oficinas regionales de AAA, al igual que las oficinas municipales. Basado en estas entrevistas, discusiones con el personal de la Universidad de Puerto Rico/Servicio de Extensión Agrícola, al igual que visitas al campo a áreas típicas para observar las condiciones del campo, se determinó la población sin sistema de alcantarillado.

TABLE VIII-4
POBLACIÓN CON Y SIN ALCANTARILLADO

Segmento LSPC	Población Total	Población con Alcantarillado	Población sin Alcantarillado	% Sin Alcantarillado
5	13,793	11,591	2,202	16
7	67,662	44,516	23,146	34

Escorrentía Urbana

Los municipios en Puerto Rico actualmente no han implantado el programa de permiso de control de contaminación por escorrentía. Por lo tanto, toda escorrentía urbana se considera una fuente dispersa.

3.0 ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA

Según descrito en las Guías de EPA, un TMDL identifica la capacidad de carga de un cuerpo de agua para un contaminante en particular. Los reglamentos de EPA definen la capacidad de carga como la cantidad mayor de carga que un cuerpo de agua puede recibir sin violar los estándares de calidad de agua (40 CFR 130.2). Se requiere que las cargas se expresen como masa por tiempo, toxicidad u otras medidas apropiadas (40 CFR 130.2(i)). Para un TMDL de amoniaco, es apropiado

expresar el TMDL, diariamente. Las cargas de contaminante diario son más críticas al río de oxigeno disuelto durante condiciones de flujo bajo, especialmente durante un flujo del cuerpo de agua crítico 7Q2.

3.1. Revisión general a la data de calidad de agua superficial

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) mantiene Estaciones de Calidad de Agua 50055400 (Estación 3 en la Figura IV-1, Río Bairoa cerca de Caguas), 50055250 (Estación 2 en la Figura IV-1), Río Caguitas en la carretera 30 en Caguas). Los planos cronológicos de la data del USGS para el total de nitrógenos y nitrógeno inorgánico disuelto del 1994 al 2004 para estas dos estaciones se presentan en las Figueras A-20 y 21, respectivamente. También la data de la JCA del 2001 al 2005 tomada de las estaciones del USGS se presenta en las Figueras A-26 y A-27. El estándar de amoniaco de 1.0 mg/l se representa con la línea en guión. Una revisión de la data del USGS y la JCA presentada en estas figuras reflejan que el estándar de amoniaco fue sustancialmente violado en el Río Caguitas. Sin embargo, en el Río Bairoa, la data refleja que el estándar de amoniaco fue periódicamente violado a través del 2003 y se cumplió en el 2004.

3.2 Cálculo de Carga Calidad de Agua

El contaminante, amoniaco (para toxicidad), se considera ser un contaminante conservador donde los impactos en el cuerpo de agua se asocian al punto de descarga. Para determinar las cargas permisibles a estos cuerpos de agua, un cálculo sencillo de dilución de balance masa en el punto de descarga es apropiado para determinar la asignación de carga de desperdicio necesaria para cumplir con el estándar de calidad de agua. La siguiente ecuación representa el acercamiento de balance masa utilizada:

$$Q_u c_u + Q_e c_e = (Q_u + Q_e) c_d$$

donde: Q_u = flujo aguas arriba (cfs);

c_u = concentración aguas arriba (mg/L);

Q_e = flujo de efluente (cfs);

C_e = concentración de efluente (mg/L); y

C_d = concentración (mezcla) aguas abajo (mg/L).

Esta ecuación fue solucionada para que c_e determinara la concentración de efluente aceptable y carga (ACD) dado el flujo aguas arriba de 7Q2 y nivel de concentración de trasfondo, flujo de diseño de efluente y estándar de calidad de agua (c_d). La UE PNP se determinó basado en el flujo aguas arriba y concentración de, en el caso de más de una fuente precisada (FP) en un alcance de cuerpo de agua, como la carga aguas arriba más la carga incremental basada en el flujo incremental entre las dos localizaciones. Si existía una FP aguas abajo, la carga de la FP aguas arriba se tomo en consideración para el análisis.

Los flujos críticos del cuerpo de agua 7Q2 fueron determinados utilizando el programa de análisis de flujo del cuerpo de agua USEPA DFLOW3 (hhhp://epa.gov/waterscience/dflow/) y data disponible del USGS. La data de flujo del USGS utilizada para calcular los flujos bajos 7Q2 fueron del Río Bairoa (#50055390, 1990-2000), Río Caguitas (#50055225, 1990-2003), Río Gurabo (50057000, 1959-2003) y el Río Grande de Loiza (#50055000, 15959-2003). El programa DFLOW3 es un programa de Windows para la implantación de la metodología de USEPA para la determinación del flujo de diseño del cuerpo de agua para modelado de condición estable según presentado en el Libro VI del manual de guía técnica para efectuar asignaciones de carga de desperdicios (USEPA, 1986). Para determinar el flujo 7Q2 en localizaciones además de la estación de monitoría es de flujo, se utilizó un método de radio de área de drenaje. Para el Río Bairoa y el Río Caguitas, el 7Q2 es 2.6 cfs y 6.0 cfs respectivamente. El análisis de data de calidad de agua disponible en el Río Caguitas, (USGS estación de monitoría #50055400) y Río Caguitas (USGS estación de monitoría #50055250) determinó que la concentración de trasfondo de amoniaco es 0.2 mg/l basado en el mínimo aproximado de concentraciones observadas.

Para el Río Caguitas y Río Bairoa, el estándar total de amoniaco de 1 mg/l es aguas arriba de la estación de monitoría de la USGS 50055250 (Caguitas) y estación de monitoría 50055400 (Bairoa). Como resultado del cese de descargas al Río Caguitas por la PTAU Las Carolinas, el estándar total de amoniaco se cumplirá. La concentración trasfondo de amoniaco es aproximadamente 0.2 mg/l a las condiciones de bajo flujo 7Q2 con una Asignación de Carga de Desperdicio ahora igual a cero (0) y la Asignación de Carga para el Río Caguitas es 6.4 #/día. Para el Río Bairoa, utilizando un flujo bajo 7Q2 de 2.6 cfs, una concentración de trasfondo de amoniaco de 0.2 mg/l y el flujo de la PTAU de Aguas Buenas de 0.6 mgd, el análisis de balance de masa aguas

abajo de la desembocadura resulta en una Asignación de Carga de Desperdicios para la PTAU de Aguas Buenas de 7.5 #/día. La asignación de carga del Río Bairoa es 2.8 #/día para un TMDL de 10.3 #/día.

4.0 Margen de Seguridad

Un Margen de Seguridad (MS) se provee para explicar la falta de conocimiento en cuanto a la relación entre las asignaciones de carga y carga de desperdicios y calidad de agua (CWA Sección 303(d)(1)(C), 40 CFR 130.7(c). Los MSs, según descritas en la guía USEPA (EPA'S 1991 TMDL Guidance and Sutfin (2002)), explica que los MSs pueden ser implícitos, i.e. incorporados al TMDL mediante presunciones conservadoras en el análisis, o explícitas, i.e. expresadas en el TMDL como cargas dejadas a un lado para los MSs. Si los MSs son implícitos, las presunciones conservadores en el análisis que justifican los MSs deben ser descritas. Si los MSs son explícitos, la carga para el margen de seguridad debe ser identificada.

Este TMDL contiene un MS explicito de 10%.

5.0 VARIACIONES ESTACIONALES/CONDICIONES CRITICAS

Los patrones climatológicos son tropicales por naturaleza con variaciones estacionales en la frecuencia de eventos de lluvias fuertes intermitentes. Sin embargo, los eventos de sequía ocurren periódicamente. Aunque puede haber alguna variabilidad de año en año debido a variabilidad de patrones climatológicos, estos TMDLs están basados en el flujo del cuerpo de agua crítico 7Q2 para cada uno de los segmentos de cuerpo de agua impactados y por lo tanto son protectores para todas las estaciones. El flujo crítico de cuerpo de agua es el mínimo de un promedio de flujo del cuerpo de agua de 7 días que ocurre una vez cada dos años y representa una condición critica de flujo del cuerpo de agua baja utilizada al efectuar las ACDs. Además, la calidad de agua en el cuerpo de agua debido a las cargas de FP a flujos mayores del 7Q2 resultara en cumplimiento con los estándares de calidad de agua debido al aumento de disolución de flujo, y por lo tanto, la calidad de agua será protegida a flujos de cuerpos de agua mayores.

6.0 Asignación de TMDL Fase I

El acercamiento de cálculo de carga de Calidad de Agua determinó las cargas permisibles (FP y FD) que se requieren para cumplir el estándar de amoniaco de 1.0 mg/l se bajó en condiciones críticas de bajo flujo (7Q2). Este análisis identifica los límites permitidos de efluente potencial para Aguas Buenas, pero un análisis más rigoroso debe completarse antes de modificar cualesquiera límites de permiso.

TABLA VIII- 5
TMDL DE AMONIACO

Cuerpo de Agua	ACD (lbs/día)	AC (lbs/día)	MS (lbs/día)	TMDL (lbs/día)
Río Caguitas	0	5.76	0.64	6.4
Río Bairoa	7.5	1.77	1.03	10.3

La Tabla VIII-6 resume las cargas y condiciones de descarga de efluente de PTAU.

TABLA VIII-6
TMDL Y LIMITES*

Nombre de Instalación	Flujo (mgd)	Concentración Máxima Efluente (Límite de Permiso) (mg/L)	Cartga Actual Máxima (Límite de Permiso) (lbs/día)	ACD Individual NH_3 (lbs/día)
PTAU Las Carolinas	0.22	19.43	0	0
Estación de Bomba Las Carolinas	0.0022	0.1943	0	0
PTAU Aguas Buenas	0.60	N/A	N/A	6.82
Estación de Bomba Aguas Buenas	0.0080	N/A	N/A	0
PT Aguas Buenas	0.081	1.87	1.27	0.68

*Las ACDs son ACDs individuales sumadas bajo el Río Bairoa en la Tabla IX-5.

El logro de este TMDL se atiende en la Sección 8.

7.0 GARANTÍA RAZONABLE

La garantía razonable para la implantación de esta TMDL ha sido considerada para las fuentes precisadas y fuentes dispersas de selenio para lo cual las recomendaciones de manejo se han hecho en este informe. La implantación requerirá el apoyo de una variedad de entidades

gubernamentales al igual que no gubernamentales.

La naturaleza compleja de las necesidades de implantación han sido reconocidas a través del desarrollo del programa Fase I y han sido acomodados mediante la integración de agencias de gobierno en Comites de Dirección Ejecutivos y Técnicos (USEPA, JCA, PRDOH, AAA), al igual que la integración de otras agencias en momentos apropiados (USDA, PRDNR, UPR). Un Programa de Participación de Constituyentes también ha sido comenzado para incluir al gobierno municipal, grupos de industria, organizaciones públicas, incluyendo grupos ambientales y ciudadanos locales y comercio.

Se espera que estos esfuerzos producirán el apoyo necesario de gobierno al igual que del público y la industria para lograr la implantación de las actividades que han sido específicados como requeridos para cumplir la TMDL Fase I. Se anticipa que este apoyo necesitará incluir información, esfuerzo educacional y financiero y otros incentivos, y seguimiento reglamentario.

8.0 IMPLANTACIÓN

Una revisión de todas las fuentes precisadas y fuentes dispersas de amoniaco a estos segmentos ha resultado en la identificación de las siguientes opciones para reducir la entrada de amoniaco.

8.1 Condiciones/Operación Plantas de Tratamiento Aguas Usadas

Para cumplir el estándar total de amoniaco en el Río Bairoa, el limite de permiso para concentración de amoniaco de la PTAU de Aguas Buenas necesita ser reducido de su actual 10 mg/l (basado en consideraciones de DO) a 1.5 mg/l (basado en consideraciones de toxicidad de amoniaco no-ionizado). El análisis de TMDL identifica este límite de permiso potencial para la PTAU de Aguas Buenas, pero un análisis más rigoroso debe completarse antes de modificar cualquier límite de permiso.

Según se discute en la Sección 2.1 antes, la PTAU de Aguas Buenas ha producido buena calidad de efluente a través del período 2002 a 2005. La concentración promedio de amoniaco, excluyendo los desbalances, es 0.3 mg/l, bien por debajo del límite de permiso actual de 10 mg/l y por debajo de 1.5 mg/l necesario para lograr el TMDL.

8.2 Agrícola (Operaciones de Alimentación de Animales/Controles de Pastoreo

Aunque las visitas a las OAAs a través de la cuenca encontró que en la mayoría están en cumplimiento con los requisitos de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), se observó que no existe una guía para animales de pastoreo (caballos y vacas) y que las prácticas recomendadas de manejo de estiércol para todos los animales podrán permitir la entrada de demandas de oxigeno bioquímico a los cuerpos de agua.

Los controles recomendados para OAA/pastoreo incluirían: la exclusión de ganado de pastoreo de los alrededores de las riberas mediante la localización de fuentes alternas de agua, al igual que la colocación de alimento; mejoras a las riberas para minimizar o eliminar la erosión mediante la estabilización de las riberas y cercado limitado; y practicas clarificadas y mejoradas de manejo de estiércol para asegurar la colocación apropiada y estabilización.

Los estudios* han reflejado que la implantación de esta recomendación podría reducir la carga de nitrógeno de estas fuentes en 60%.

---

*USEPA, Polluted Runoff, Management Measures Guidance

8.3 Manejo de Tanques Sépticos

Se estima que la tasa de fallo existente de tanques sépticos dentro de la cuenca es aproximadamente 50% (los estimados exceden este número por mucho pero, una vez más, se utiliza un estimado conservador). Estas fallas son el resultado de falta de mantenimiento, al igual que su colocación en áreas que no apoyan su uso (aguas subterráneas altas, suelos finos, suelos impermeables, niveles inapropiados, etc.) Estas fallas resultan en desbordes a la superficie que pueden fluir directamente a cuerpos de agua o pueden estar presentes en la superficie de la tierra e impulsada por escorrentía durante eventos de lluvia hacia dichos cuerpos de agua. Mediante el manejo de tanques sépticos incluyendo controles más estrictos en cuanto a su colocación (nueva construcción) controles más estrictos de prácticas de mantenimiento, esfuerzos para identificar áreas donde existen tanques sépticos pero no funcionan adecuadamente debido a condiciones geológicas, y provisión de opciones alternas de disposición de desperdicios (tanques de almacenamiento, extensión del alcantarillado de la AAA, PTAUs comunitarias), se puede lograr esta meta.

En el futuro inmediato, los dueños de sistemas sépticos deben ser educados sobre el uso apropiado y mantenimiento de un sistema séptico.

8.4 Desvío de Desperdicios de Estación de Bombeo y Eliminación de Recogido de Desbordes de Sistemas

Se necesita un programa de manejo activo tal y como el programa "Voluntary Capacity Management Operation and Maintenance (CMOM) de EPA, dirigido a eliminar las cargas de las estaciones de bombeo y sistema de recolección es necesaria para alcanzar los estándares de calidad de agua.

8.5 Manejo de Escorrentía Municipal

Los municipios deben implantar las Mejores Prácticas Manejo (MPA) según propuesto en el Borrador de Permiso General de EPA para reducir aún más la carga de fuente dispersa.

9.0 MONITOREO DE SEGUIMIENTO

Un método escalonado a la implantación es apropiado para los TMDLs de oxigeno disuelto

del TMDLs, considerando la naturaleza altamente variable de las cargas de contaminantes de fuentes dispersas. Este método requiere que el monitoreo se efectúe a la respuesta de la calidad de agua en el cuerpo de agua según las reducciones de cargas se hagan con el pasar del tiempo. El monitoreo de la calidad de agua ha sido efectuado por la JCA y el USGS en las estaciones de monitoreo de calidad de agua antes identificadas trimestralmente. Estos esfuerzos continuarán rastreando las mejoras a la calidad de agua y para asegurar que el estándar de oxigeno disuelto de calidad de agua se logre. Un programa detallado de monitoreo se incorpora dentro de la sección de recomendaciones del programa Fase II de este informe.

10.0 Participación de Constituyentes/Participación del Público

En la actualidad existe un Programa de Participación de Constituyentes para incluir todos los elementos del público (gobierno municipal, grupos de industria, comercio, público, organizaciones, público general, etc.) dentro de la cuenca. La meta es asegurar la participación de todos aquellos que se afectarán en el desarrollo de las metas y objetivos, al igual que la implantación de las recomendaciones del estudio. Una meta adicional es el establecimiento de una estructura y membresía que servirá la continúa necesidad de un grupo administrativo de la cuenca, asegurando un enfoque continuo en mejorar la calidad de agua mediante la implantación de las recomendaciones de este estudio, al igual que aquellos que pueden ser desarrollados en el futuro.

IX. PROGRAMA FASE 2

1.0 Introducción

Se han producido veintitres (23) TMDL para 13 unidades de evaluación. Cada TMDL provee un total de carga máxima diaria para cada cuerpo de agua asignado a todas las fuentes precisadas (ACDs) y fuentes dispersas (Acs) que han sido identificadas. También se incluyen planes de implantación apoyando el logro de estas cargas asignadas.

A través del programa Fase I extendiéndose de mayo 2005 a junio 2006, se enfocó el esfuerzo en el desarrollo de estos TMDLs y manejo de calidad de agua y planes de implantación utilizando la data existente disponible. Aunque investigación limitada de campo se efectuó para verificar información esencial, la meta era producir productos de Fase I que se compararon con el estado de conocimiento y para identificar un programa Fase 2 que se desarrollaría sobre la Fase I, llenar los vacíos de data esencial, monitorear la respuesta de la calidad de agua a la implantación del programa de manejo Fase I, y finalmente completar el plan de manejo de calidad de agua y estrategias de implantación para las dos cuencas mayores. La siguiente extensión de trabajo, extraído de las recomendaciones que se han incluido en los (Informes Milestone) 1 a 5 provee un plan de estudio de 3 años para lograr esto. Se analiza por las tareas claves de Fase 2, incluye un lapso de tiempo para informes y reuniones y asume que la estructura del comité intergubernamental continuará de la Fase 1 a la Fase 2.

Se ha discutido a través del programa Fase 1 en cuando a l as cargas de sedimentación y estrategias de manejo para reducción que pueden ser apropiadamente incluidos en tanto los esfuerzos de cuenca Fase 1 y Fase 2. Conforme a estas discusiones, aunque los TMDLs para sedimentación están más allá de la extensión propuesta para los esfuerzos de Fase 2, la información se desarrollará dentro del área, tareas específicas se definirán en las siguientes secciones, que se utilizarán en el desarrollo de estrategias de reducción de cargas para sedimentos que serán parte del programa Fase 2.

2.0 Tareas Fase 2

Tarea GT – "Ground Truthing"

- Monitoreo de campo y programa de inspección para verificar las presunciones de la Fase 1. Programa a ser implantado en áreas limitadas de ciertas cuencas.
- Fósforo y bacteria fecal son los mayores Parámetros de Interés (Pis).
- Los criterios de la selección de sub-cuencas incluyen:
  - Tamaño manejable
  - Falta de interferencia entre fuentes de cargas
  - Instalación de monitoreo
  - Prioridad de calidad de agua

- Cargas de Fuentes de interés
  - Sistemas sépticos/disposición de aguas usadas de hogares
  - OAA/pastoreo
  - Cargas de fósforo en los bosques
- Modificar las presunciones basada en las determinaciones y producir documentos revisados de TMDL incluyendo plan de implantación y estrategia para todas las unidades de evaluación cubiertas.

Tarea Implantación de Plan de Manejo

- Desarrollar estrategias de implantación de áreas específicas (pueden ser las mismas áreas seleccionadas en el "Task GT" pero no es mandatorio) para el control de fósforo y bacteria fecal.
- Utilizar la integración de constituyentes
- Identificar y recibir recursos para cumplir.
- Implantar opciones de sistemas sépticos/disposición de aguas usadas de hogares en áreas limitadas.
- Implantar OAA/pastoreo y opciones de reducción de cargas a bosques en áreas limitadas.

- Monitorear y evaluar respuesta de calidad de agua.
- Modificar las presunciones basadas en las determinaciones y producir documentos revisados de TMDL según sea apropiado incluyendo plan de implantación y estrategia para todas las unidades de evaluación cubiertas.

Tarea TBLL-TMDL del Lago Loiza Abajo

- Expandir la extensión geográfica del trabajo para incluir los documentos de apoyo de TMDL para todas las unidades de evaluación dentro de la cuenca del Río Grande de Loiza localizadas abajo de la Represa Carraizo (no se contempla modelo de monitoría cerca de la costa).
- Lista preliminar de nuevas unidades de evaluación (UEs):
  - Río Grande de Loiza (PRER 104b-00)
  - Río Canovanas (PRER 0101b-02 & 0101a-01)
  - Río Canovanillas (PRER 0103-00)
  - Quebrada Maracuto (PRER 0104a-01, 02, 03, 04)
  - Quebrada Bocaforma (PREC 0102-00)
  - Caño Zequeira (PREK 0097-00)
  - Caño Gallardo (PREK 0096-00)
  - Caño Norberto (PREK 099-00)
  - Caño Machicote (PREK 0098-00)
  - Caño Carrasco (PREK 0100-00)

- Posibles Parámetros de interés (303(d)):
  - Coliformes fecales (enterococo en límites marinos)
  - Arsénico
  - Cianuro
- Municipios Adicionales
  - Carolina
  - Canovanas

- Trujillo Alto
- Loiza

· Descargas de fuentes precisadas adicionales:
  - Plantas de Tratamiento de Agua
    * Canovanas
    * Cubuy
  - No municipales
    * Crown Cork
    * S.U. Cubuy Ward School
  - Escorrentía Municipal
    * Carolina
    * Canovanas
    * Trujillo Alto
    * Loiza
  - Estaciones de bombeo de aguas usadas de AAA
    * Aproximadamente 20
· Operaciones de Alimentación de Animales/Pastoreo
    * Aproximadamente 50

<u>Tarea MSST (RFSM) Rastreo de Fuentes de Sustancias Misceláneas</u>

· Las sustancias misceláneas para las cuales se harán rastreos de fuentes son cobre, selenio, cianuro y arsénico.
· Muestreo ambiental limitado se efectuará en unidades de evaluación donde se han notado violaciones a la calidad de agua.
· Fuentes potenciales serán identificadas donde las muestras ambientales confirman presencia.
· Muestreo limitado de suelos puede ser efectuado.
· Conclusiones en cuanto los problemas significativos de calidad de agua, al igual que problemas en las fuentes y documentos de apoyo de TMDL según sea apropiado.

Tarea RPP - Revisión de Permisos de AAA

- Revisar los permisos de AAA e información de apoyo para entender como el limite de efluente de $CBOD_5$ y NH_3 se desarrolló (cálculos de ACD). Revisar data operacional de instalación para determinar status de cumplimiento y oportunidades para corrección en el manejo. Esta revisión deberá completarse para determinar si existe la capacidad para modificar el limite de efluente de $CBOD_5$ y NH_3 para beneficiar el cumplimiento de la planta de tratamiento de aguas usadas con los limites de permiso NPDES mientras se mantiene cumplimiento con el estándar de DO al bajo flujo de 7Q2.

Tarea IDO - Oxigeno Disuelto en el cuerpo de agua

- En la cuenca del Río Grande de Loiza, existen cuatro ríos/cuerpos de agua que no cumplen con el estándar de OD (basado en la data de monitoreo) y/o están en la lista 303(d) de aguas impactadas por OD. Estos cuerpos de agua son el Río Gurabo, Río Caguitas, el Río Bairoa y aguas arriba del Río Grande de Loiza. Algunos de estos cuerpos de agua reciben descargas de plantas de tratamiento de aguas usadas pero otros no. La causa de los niveles bajos de OD no esta clara. Otro factor agravante es la falla de estaciones de bombeo con materiales que pueden contribuir con altas y bajas demandas de oxigeno ($CBOD_5$ y NH_3). Para entender mejor la dinámica del OD en estos cuerpos de agua, se conducirá un programa de monitoreo junto con el desarrollo de modelo de calidad de agua para permitir el desarrollo de los TMDLs.

Tarea SIP - Programa de Integración de Constituyentes

- El programa de integración de constituyentes Fase 1 se continuará y extenderá para obtener apoyo y compromiso de los constituyentes de estas cuencas en varias estrategias de implantación, al igual que apoyo general e interés en mejorar la calidad de agua. Se incluirán reuniones, eventos, herramientas educativas y de concientizar, al igual que oportunidades de alianza.