



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO PROFESIONAL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE
PLUVIAL DE LA CIUDAD METROPOLITANA DE IQUITOS-PERÚ
2021”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR: BACH. PANTIGOSO GOMEZ BENJAMÍN AMADEO

ASESOR: M.SC. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

IQUITOS - PERÚ

2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Ulises Irigoín', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Dedicatoria

A Dios por permitirme dar un paso más en mi desarrollo personal y profesional. A mis padres, esposa e hijos por ser mi motivación.

Agradecimiento

Mi gratitud, principalmente está dirigida al Dios por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de la carrera.

A la Universidad Científica del Perú y a los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación. A mis padres, esposa e hijos el motor de mi vida.

A los ingenieros Ulises Octavio Irigoin Cabrera y Carlos Alberto Ramírez Ramírez, mi cordial agradecimiento por la asesoría brindada y los sabios consejos que permitieron la realización de esta investigación

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP**

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

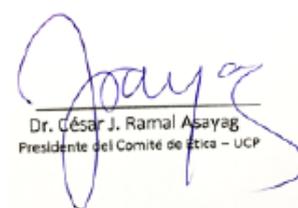
El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**"DIAGNOSTICO Y EVALUACION DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA
CIUDAD METROPOLITANA DE IQUITOS-PERU 2021"**

De los alumnos: **PANTIGOSO GOMEZ BENJAMIN AMADEO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **7% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 09 de Agosto del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

CJRA/rh-a
27-2-2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N° 515 -2021- UCP- FCEI del 13 de agosto de 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Examinador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Jeffrey Stefano Arévalo Flores, Mg. | Miembro |
| • Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Ulises Octavio Trigoín Cabrera, MSc.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 17.00 horas del día 20 de agosto del 2021, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por la Secretaría Académica del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional: **"DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD METROPOLITANA DE IQUITOS-PERÚ 2021"**.

Presentado por los sustentantes:

BENJAMÍN AMADEO PANTIGOSO GOMEZ

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron:
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión: **ABSUELTAS**

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



JEFFREY S. ARÉVALO FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 543914



Miembro

Contactanos:

Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 25

Filial Tarma – Perú
42 - 58 5638 / 42 - 58 5640
Leóncio Prado 1070 / Martínez de Compañón 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 20 de Agosto del 2021 a las 5.00 p.m.



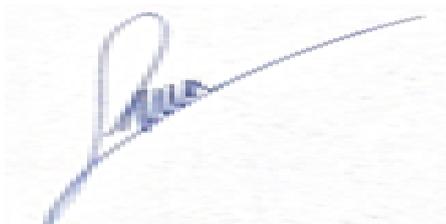
Ing. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE, M.Sc.

PRESIDENTE DEL JURADO



Ing. JEFREE STEFANO ARÉVALO FLORES, Mg.

MIEMBRO DEL JURADO



Lic. NEREA GALLARDO SANCHEZ, Mg.

MIEMBRO DEL JURADO



Ing. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA, M.Sc.

ASESOR

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ACTA DE SUSTENTACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIRMA DE JURADOS Y ASESOR (ES)	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
INDICE DE CUADROS O TABLAS	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS O FIGURAS	9
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
CAPITULO I	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1 Identificación del Problema del drenaje pluvial	14
Problema General	14
Problemas específicos	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos	18
CAPÍTULO II	19
MARCO REFERENCIAL	19
2.1 Antecedentes	19
2.2 Marco Teórico conceptual	21
2.2.1 Diagnostico	21
2.2.2 Evaluación	21
2.2.3 Sistema de Drenaje Pluvial	22
2.2.4 Estudios Básicos	23
2.2.5 Definiciones Teóricas	26
2.2.6 Componentes Estructurales	28
2.2.7 Componentes No Estructurales	31
2.3 Premisas Básicas	33
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	34
3.1 Procedimiento y recolección de Información base	34
3.2 Diagnóstico del Estado Situacional Actual	36
3.3.1 Caracterización	36
3.3.2 Tipos de redes de alcantarillado existentes	40
3.3 Analisis de los Antecedentes	45
3.3.1 Categorización del nivel de Riesgo	45
3.3.2 Alternativas Técnicas evaluadas	52
3.3.3 Descripción técnica de la solución planteada	57
3.3.4 Identificación de Componentes del Proyecto	58
3.3.5 Parámetros técnicos básicos	64
3.3.6 Gestión del Servicio	69
3.3.7 Factores de Riesgo	71
CAPÍTULO IV	72
RESULTADOS	72
IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL NEGATIVOS IDENTIFICADOS	72
4.1 Red de Drenaje Pluvial Existente	73
4.2 Red de Drenaje Pluvial Proyectada	76
4.3 Áreas de Drenaje Incorporadas	78
4.4 Caracterización de las Cuencas	85
4.5 Calificación de Componentes	88
4.6 Sustentación de tipos de Componentes	90
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	100
5.1 Análisis y Evaluación de Resultados	100
5.2 Análisis y Evaluación del Estado Situacional	100
5.3 Análisis y Evaluación del Estudio de Factibilidad	101
CAPÍTULO VI. Conclusiones	104
Recomendaciones	106
Referencias Bibliográficas	107
Anexos	110

Indice de Cuadros o Tablas

- Cuadro 01:** Red de gambotas orientadas Este-Oeste
- Cuadro 02:** Red de Gambotas orientados Sur – Norte
- Cuadro 03:** Configuración del Sistema de Alcantarillado existente – Iquitos.
- Cuadro 04:** Conexiones de Alcantarillado existentes
- Cuadro 05:** Zonas de Riesgo por inundación - Iquitos
- Cuadro 06:** Zonas de Riesgo por Arenamiento - Iquitos
- Cuadro 07:** Factores para la Categorización
- Cuadro 08:** Características del Buzón Tipo estándar
- Cuadro 09:** Características del Buzón Tipo especiales
- Cuadro 10:** Identificación de Tipo Impactos Social y Ambiental Negativos
- Cuadro 11:** Identificación de Tipo de Propuesta Técnica
- Cuadro 12:** Criterios de Selección Tipo de Intervención Identificados
- Cuadro 13:** Identificación de los Componentes Estructurales y No Estructurales
- Cuadro 14:** Identificación de Problemas – Soluciones
- Cuadro 15:** Ventajas y Desventajas de los Tipos de Conductos Pluviales
- Cuadro 16:** Componentes No Estructurales
- Cuadro 17:** Metas de la Etapa de Perfil y Factibilidad
- Cuadro 18:** Costos de la Etapa de Perfil y Factibilidad

Índice de Gráficos o Figuras

- Figura 01:** Tipos de cuencas
- Figura 02:** Talleres de información y capacitación a la población
- Figura 03:** Plano de Zonas de Riesgo (Inundación y Arenamiento)
- Figura 04:** Inundaciones en vías y viviendas
- Figura 05:** Emisores de descarga sumergidos
- Figura 06:** Gambotas colapsadas por antigüedad
- Figura 07:** Deterioro de paredes de ladrillo y bases de mortero de las Gambotas
- Figura 08:** Acumulación de basuras y sedimentos
- Figura 09:** Perdida de la altura de las veredas y Clausura de tapas de inspección
- Figura 10:** Buzones de inspección carentes de tapas de registro
- Figura 11:** Plano General de Redes Existentes.
- Figura 12:** Plano General de Zonas Vulnerables y de Riesgo.
- Figura 13:** Plano General de Redes proyectadas del Drenaje Pluvial.
- Figura 14:** Plano General de las Áreas a Mantener del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”
- Figura 15:** Plano General de las Áreas a Ampliar del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”
- Figura 16:** Esquema de Alcantarillas Prefabricadas
- Figura 17:** Esquema de Tubería polimerizada en situ
- Figura 18:** Esquema de Inserción con previo doblado de tubo
- Figura 19:** Esquema de Rompimiento canalizaciones
- Figura 20:** Esquema de Válvulas Antirretorno tipo FLAP en las Descargas Sumergidas
- Figura 21:** Estacionamientos públicos y Plazas de recreo y esparcimiento, como una solución multifuncional.
- Figura 22:** Plazas de recreo y esparcimiento, como una solución multifuncional
- Figura 23:** Polder y esquema de ubicación
- Figura 24:** Plano General del Áreas a Mejorar del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”
- Figura 25:** Plano General de las Áreas de Drenaje o cuencas del Área de Influencia del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”
- Figura 26:** Plano General de las Subcuencas del Área de Influencia del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”
- Figura 27:** Plano General Áreas de Drenaje (24 Áreas).
- Figura 28:** Esquema de conexiones domiciliarias a los Colectores
- Figura 29:** Esquema de sumidero típico
- Figura 30:** Esquema de Canaletas Interceptoras
- Figura 31:** Esquema de distribución de Redes y Tuberías del nuevo sistema
- Figura 32:** Esquema de Buzones típicos
- Figura 33:** Esquema de Sedimentadores
- Figura 34:** Reubicación de Postes de Concreto
- Figura 35:** Esquema de Canal Vía
- Figura 36:** Aspectos Negativos del manejo y cuidado del Medio Ambiente
- Figura 37:** Aspectos Positivos del manejo y cuidado del Medio Ambiente
- Figura 38:** Plano Base General Topografía del Proyecto.
- Figura 39:** Plano de Redes Existentes del Distrito de Punchana.
- Figura 40:** Plano de Redes Existentes del Distrito de Iquitos.
- Figura 41:** Plano de Redes Existentes del Distrito de Belén
- Figura 42:** Plano de Redes Existentes del Distrito de San Juan Bautista

- Figura 43:** Plano de Zonas Vulnerables y Riesgo del Distrito de Punchana.
Figura 44: Plano de Zonas Vulnerables y Riesgo del Distrito de Iquitos
Figura 45: Plano de Zonas Vulnerables y Riesgo Pluvial del Distrito de Belén
Figura 46: Plano de Zonas Vulnerables y Riesgo del Distrito de San Juan Bautista.
Figura 47: Plano de Redes de Drenaje Pluvial del Distrito de Punchana
Figura 48: Plano de Redes de Drenaje Pluvial del Distrito de Iquitos
Figura 49: Plano de Redes de Drenaje Pluvial del Distrito de Belén.
Figura 50: Plano de Redes de Drenaje Pluvial del Distrito de San Juan Bautista.
Figura 51: Plano de las Áreas a Mantener del Distrito de Punchana.
Figura 52: Plano de las Áreas a Mantener del Distrito de Iquitos.
Figura 53: Plano de las Áreas a Mantener del Distrito de Belén.
Figura 54: Plano de las Áreas a Mantener del Distrito de San Juan Bautista
Figura 55: Plano de las Áreas a Ampliar del Distrito de Punchana.
Figura 56: Plano de las Áreas a Ampliar del Distrito de Iquitos.
Figura 57: Plano de las Áreas a Ampliar del Distrito de Belén
Figura 58: Plano de las Áreas a Ampliar del Distrito de San Juan Bautista.
Figura 59: Plano de las Áreas a Mejorar del Distrito de Punchana.
Figura 60: Plano de las Áreas a Mejorar del Distrito de Iquitos.
Figura 61: Plano de las Áreas a Mejorar del Distrito de Belén.
Figura 62: Plano de las Áreas a Mejorar del Distrito de San Juan Bautista.
Figura 63: Plano de Áreas de Drenaje del Distrito de Punchana
Figura 64: Plano de Áreas de Drenaje del Distrito de Iquitos
Figura 65: Plano de Áreas de Drenaje del Distrito de Iquitos
Figura 66: Plano de Áreas de Drenaje del Distrito de San Juan Bautista
Figura 67: Plano de Cuencas del Distrito de Punchana
Figura 68: Plano de Cuencas del Distrito de Iquitos
Figura 69: Plano de Cuencas del Distrito de Belén
Figura 70: Plano de Cuencas del Distrito de San Juan Bautista
Figura 71: Plano de Subcuencas del Distrito de Punchana
Figura 72: Plano de Subcuencas del Distrito de Iquitos
Figura 73: Plano de Subcuencas del Distrito de Belén
Figura 74: Plano de Subcuencas del Distrito de San Juan Bautista
Figura 75: Plano Base Topografía del Distrito de Punchana.
Figura 76: Plano Base Topografía del Distrito de Iquitos.
Figura 77: Plano Base Topografía del Distrito de Belén
Figura 78: Plano Base Topografía del Distrito de San Juan Bautista
Figura 79: Precipitaciones Pluviales en la Provincia de Maynas - Loreto

Resumen

El objetivo del presente trabajo consiste en evaluar las propuestas de solución contenidas en el Estudio de Pre Inversión a nivel de Factibilidad del proyecto “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”.

A través del diagnóstico del actual sistema de drenaje pluvial, se identificó y caracterizaron las cuencas de aporte, las intensidades de lluvias, identificación de las áreas de riesgo e infraestructura existente, identificación de los factores que generan la ineficiencia del sistema, etc.; luego en función del análisis y evaluación de cada uno de ellos, se evaluó la Factibilidad Técnica para la implementación del proyecto denominado “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”, a un corto o mediano plazo.

La investigación es del tipo descriptiva, cuantitativa y con propuesta. La muestra es del mismo tamaño de la población y la estadística utilizada es la descriptiva y se aplicaron las medidas de distribución normal. Se utilizaron la historia de datos estadísticos de precipitaciones, máximas avenidas, periodos de retorno. Para el diseño de las secciones hidráulicas de cada elemento en cada área de drenaje, se tomó en cuenta, el tiempo de concentración, coeficiente de escorrentía, intensidad de la lluvia, pendientes.

El presente trabajo también es relevante porque, propone a partir del diseño propuesto, alternativas técnicas de mejora; una de ellas sugiere, para zonas planas donde se están proyectando desarenadores, éstas deben de ser eliminadas del proyecto y en su lugar, considerar su inclusión en los presupuestos de la Municipalidad Provinciales de Maynas, como actividades de limpieza y mantenimiento permanentes. Como bondades del proyecto “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” se indican que cobertura con calidad y continuidad del servicio del drenaje evitando aniegos en las calles y los recurrentes daños a las propiedades en los sectores identificados como de zonas de Riesgo.

Palabras clave: Drenaje Pluvial, Cuenca Hidrográfica, Factibilidad Técnica, Inundaciones, Población Vulnerable.

Abstract

The objective of this work is to evaluate the solution proposals contained in the Pre-Investment Study at the Feasibility level of the project "Improvement, Expansion of the Storm Drainage System of the City of Iquitos."

Through the diagnosis of the current storm drainage system, the supply basins, the rainfall intensities, identification of risk areas and existing infrastructure, identification of the factors that generate the inefficiency of the system, etc .; Then, based on the analysis and evaluation of each one of them, the Technical Feasibility for the implementation of the project called "Improvement and Expansion of the Storm Drainage System of the City of Iquitos" was evaluated, in a short or medium term.

The research is descriptive, qualitative and with a proposal. The sample is the same size as the population and the statistics used are descriptive and the normal distribution measures were applied. The history of statistical data on rainfall, maximum floods, and return periods were used. For the design of the hydraulic sections of each element in each drainage area, the concentration time, runoff coefficient, rainfall intensity, and slopes were taken into account.

The present work is also relevant because, based on the proposed design, it proposes technical alternatives for improvement; one of them suggests, for flat areas where grit traps are being projected, these should be eliminated from the project and instead, consider their inclusion in the budgets of the Provincial Municipality of Maynas, as permanent cleaning and maintenance activities. As benefits of the project "Improvement, Expansion of the Storm Drainage System of the City of Iquitos" it is indicated that coverage with quality and continuity of the drainage service avoiding watering in the streets and recurring damage to properties in the sectors identified as zones risky.

Keywords: Storm Drainage, Hydrographic Basin, Technical Feasibility, Floods, Vulnerable Population.

CAPITULO I

Introducción

La ciudad de Iquitos presenta un clima tropical muy característico de la zona de selva, en la cual las lluvias son preponderantes en ciertos meses del año. Durante las lluvias intensas a máximas, los sectores más bajos del área de la metrópoli de la ciudad de Iquitos, son afectadas de manera severa por estas. A esto, el incremento acelerado y desordenado de la densidad poblacional, ha generado como consecuencia la invasión y/o reducción de los cauces de los colectores naturales de drenaje pluvial, con la consecuente generación de problemas de inundación, malestar social, pérdidas económicas, y lo que es más grave aún, la generación de focos infecciosos.

La red de drenaje pluvial de la ciudad de Iquitos es muy antigua, y está compuesta en su mayoría por gambotas de albañilería y canales de concreto armado, las mismas que dada su antigüedad, así como por la acción de los agentes microbianos de las aguas servidas que por ellas discurren, se encuentran colapsadas, con problemas de colmatación por falta de labores de limpieza y mantenimiento, lo cual conlleva a una reducción de la capacidad de conducción hidráulica, razón por la cual se generan problemas de inundaciones cuando la capacidad hidráulica del sistema, se ve superada.

Los gobiernos locales, son los principales entes dedicados a elaborar los estudios y a ejecutar las obras de drenaje pluvial urbano dentro de sus áreas de influencia, pero que sin embargo fundamentan el desarrollo de los proyectos, en base a criterios inadecuados y jurisdiccionales, es por esa razón, que el presente estudio, comprende el análisis y evaluación de cada uno de estos factores, con el único propósito de brindar las pautas básicas para valorar el diseño eficiente del sistema integral de drenaje pluvial de la ciudad de Iquitos.

Si bien es cierto que hubo intentos de solucionar integralmente este problema muchos años atrás, por parte del Gobierno Regional de Loreto, mediante el Estudio de Preinversión a nivel de Factibilidad del proyecto denominado “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”, pero sin embargo éste quedó en el olvido, debido a la apatía y negligencia de las autoridades anteriores, por lo que los problemas generados por este sistema pluvial deficiente, continúan hasta la fecha, agravándose aún más, con el paso del tiempo.

En tal sentido, con el presente trabajo, se pretende identificar la caracterización del actual sistema de drenaje pluvial, identificar los sectores críticos, analizar, evaluar y

valorar las soluciones al problema planteadas en el marco de la elaboración del Estudio de Factibilidad del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos, con la finalidad de sugerir mejoras, impulsar e incentivar la ejecución del mismo.

1.1 Identificación del Problema actual del drenaje pluvial

El actual Sistema de Drenaje existente, está compuesta básicamente por colectores construidos mediante Gambotas (estructuras abovedadas de ladrillos), Canales de mortero armado, tuberías, sistemas mixtos de piso y techos de mortero con muros de ladrillos, muchos de los cuales sobrepasan los 50 años de antigüedad. La función de alcantarillado mixto, ha generado en la mayoría de los casos, especialmente entre las estructuras de mortero armado y ladrillos, un rápido deterioro y/o degradación de las mismas, motivado por los agentes microbianos existentes en las aguas servidas. Este deterioro se ha visto abruptamente evidenciado últimamente, debido al incremento del tráfico pesado en la ciudad de Iquitos.

Por otro lado, el sistema de saneamiento de la ciudad se encuentra colapsado y arenado ante la falta de un programa de mantenimiento rutinario, encontrándose la mayoría de ellas colmatadas entre un 60% a 80% de su sección.

Así mismo, existen diversas zonas críticas de inundaciones así como de arenamientos, habiéndose identificación 14 zonas críticas de inundaciones, según el mapa de riesgos de Defensa Civil, así como 08 zonas críticas de arenamientos, según el estudio realizado para el “Programa de Mantenimiento de Principales Colectores de la Ciudad de Iquitos elaborado por la EPS SEDALORETO, existiendo generalmente una asociación entre el problema de inundación con las zonas en depresión, así como de arenamientos con las zonas planas o de escasa pendiente” (1- pp33). (Ver Figura 02).

Otro de los grandes problemas del Sistema de Drenaje de la ciudad de Iquitos, radica en el hecho de que las descargas de los emisores existentes, en la época de crecida de los ríos, éstas quedan sumergidas, dificultando las descargas en los receptores. Al respecto, el literal b) del numeral 6.7.1. de la Norma OS.060 - RNE, referido a los Sistemas de Evacuación por Gravedad, entre otros se señala que “En el caso de descarga a un Río, el nivel de agua en la descarga deberá estar por lo menos a 1.00 m sobre el máximo nivel de agua esperado para un periodo de retorno de 50 años.

El desarrollo urbano, altera de manera importante la hidrología de las cuencas. En particular, se modifica la red de drenaje natural y el proceso de transformación lluvia-escorrentía. Como consecuencia de la actividad urbanizadora, los cauces naturales que conforman la red hidrográfica original, deben ser adecuados a las nuevas condiciones, esto para que no afecte de forma directa a su capacidad de desagüe y por tanto no se propicie la existencia de inundaciones. Sin embargo, ante la falta de un oportuno Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad, el crecimiento desordenado y no planificado de la ciudad, ha conllevado implícitamente a la alteración de estos cursos naturales de drenaje existentes, lo cual ha conllevado a la generación de una serie de los problemas anteriormente descritos, lo cual responde básicamente a un factor de carácter social.

En tal sentido, básicamente el problema central del actual sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Iquitos, se resumen en: inundaciones, sedimentaciones (arenamiento), descargas sumergidas, estructuras antiguas al borde del colapso y secciones insuficientes.

Planteamiento del problema

Los problemas de inundaciones actuales, se evidencian ante la presencia de descargas de lluvias de mediana a regular intensidad, las cuales hoy en día, generan inundaciones y daños materiales de manera recurrente, las mismas que, sin embargo, anteriormente no se evidenciaban con tal severidad, sobre todo en los sectores más críticos de la ciudad, con la consiguiente afectación a la salud de la población, la propiedad pública y privada, la economía, y la Transitabilidad vehicular y peatonal.

Por otro lado, el Sistema de Drenaje Pluvial existente, independientemente del estado en que se encuentre, solamente “cobertura aproximadamente un 50.07% del área de la jurisdicción de la ciudad de Iquitos y sus Distritos, comprendiendo básicamente los sectores de los Distritos de Iquitos, Punchana y Belén, siendo el Distrito de San Juan Bautista, donde la cobertura es la más baja, comprendiendo aproximadamente un 17.27% de cobertura, en relación a su ámbito urbano” (2).

El sistema de drenaje de la ciudad referido, se encuentra colapsado y arenado ante la falta de un programa de mantenimiento rutinario, encontrándose la mayoría de ellas colmatadas entre un 60% a 80% de su sección, según se

desprende de la información consignada en el Programa de “Mantenimiento de Principales Colectores de la Ciudad de Iquitos”, elaborado el año 2007 por la EPS SEDALORETO, lo cual sin duda alguna incrementa los problemas de reducción de la capacidad hidráulica de las redes pluviales, y por ende los problemas de inundación o aniego” (1- pp10-11).

Actualmente no se han concretado ni ejecutado proyectos de drenaje pluvial en ninguno de los distritos del área urbana de la ciudad metropolitana de Iquitos, aun cuando en el año 2012, el Gobierno Regional de Loreto, impulsó un intento por solucionar el problema de manera integral, pero que sin embargo esta quedó desestimada por los gobernantes de turno.

Con la finalidad de solucionar los problemas de inundación existentes en una determinada zona urbana, normalmente se plantearán acciones destinadas a restituir de una forma artificial el comportamiento natural existente en la cuenca antes de ser ocupada por la expansión urbana de la ciudad. Fundamentalmente cabe dividir estas acciones en dos categorías: las que tienen por objeto incrementar la capacidad de drenaje de la red de colectores (que sustituye a la red hidrográfica natural) y las acciones tendentes a disminuir la escorrentía (aumentar la retención superficial y/o subterránea y la infiltración). Además de estas actuaciones, es importante que una correcta gestión de las infraestructuras y servicios relacionados con el servicio urbano pueda ayudar a mejorar su eficacia.

Para estas acciones, hay un referente muy fundamental que es el Reyno de los Países Bajos (especialmente Holanda, Rotterdam, que viven en tierras ubicadas bajo el nivel del mar o bajo riesgo de inundación.), que implementaron técnicas del manejo de las aguas pluviales y los embates de las aguas del mar, que vienen lidiando y mejorando desde hace casi un milenio, en la que “el país le viene ganando tierras al mar, y hoy día cuenta con el sistema de diques y de organización de los recursos hídricos más sofisticado del mundo”⁶ (<https://www.bbc.com/mundo/noticias-40328271>, 2017). Quienes cimientan su desarrollo en la “protección contra inundaciones, la gestión de las aguas superficiales y el tratamiento de las aguas residuales”⁷ (Durango, 2014). Estos países, a través de sus asesores y representantes, comparten sus experiencias sobre las innovaciones que no han funcionado y las que han tenido éxito, así como también, brinda asesoría y “está trabajando con distintas ciudades en

nuestro continente: Cancún, Ciudad de México y Quintana Roo en México, Buenos Aires en Argentina, Piura (La misión holandesa en coordinación con la Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos de la ANA) y Lima en Perú y otras urbes en Colombia, Panamá y Chile, entre otros países”(6).

Por tal razón, mediante el presente trabajo, se pretende ejecutar una evaluación al sistema de drenaje pluvial propuesto, realizando un diagnóstico puntual de la problemática de la red pluvial existente, para tener mayor certeza de que las soluciones propuestas en el Estudio de Pre inversión a nivel de Factibilidad del proyecto denominado “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”, sean las más adecuadas y convenientes para solucionar el problema.

Problema General

¿Cuáles son las propuestas de solución existentes a la problemática del Drenaje Pluvial, de la ciudad metropolitana de Iquitos?

Problemas Específicos

- ¿Cuál es la cobertura existente del servicio de Drenaje Pluvial?
- ¿Cuál es el estado de conservación del Sistema de Drenaje Pluvial existente en la ciudad metropolitana de Iquitos?
- ¿Cuál es la Caracterización de las Áreas de Drenaje Pluvial?
- ¿Cuáles son las zonas críticas, la cota de Atención, las propuestas de solución?
- ¿Cuáles son los tipos de Intervención?
- ¿Cuáles son los Componentes Estructurales y no Estructurales del Sistema de Drenaje Pluvial existente?
- ¿Cuáles son las propuestas de Drenaje Pluvial existentes, en los gobiernos locales de Iquitos, San Juan, Punchana y del Gobierno Regional de Loreto?.
- ¿La propuesta planteada, es técnicamente posible, económicamente viable, socialmente aceptable y ambientalmente amigable?
- ¿Cuál es la tecnología recomendada en las propuestas de drenaje existentes, para mejorar, ampliar y mantener el actual sistema?

- ¿Cuál es el aporte a las propuestas del Sistema de Drenaje Pluvial existentes?

Objetivo General

Efectuar el diagnóstico de la problemática del Drenaje Pluvial de la ciudad metropolitana de Iquitos y proponer la solución y determinar la factibilidad técnica para incentivar e impulsar su implementación.

Objetivos Específicos

- Determinar la cobertura existente del servicio de Drenaje Pluvial
- Determinar el estado de conservación del Sistema de Drenaje Pluvial existente en la ciudad metropolitana de Iquitos
- Caracterizar las Áreas de Drenaje Pluvial
- Determinar las zonas críticas, la cota de Atención, las propuestas de solución
- determinar los tipos de Intervención
- Determinar los Componentes Estructurales y no Estructurales del Sistema de Drenaje Pluvial existente
- Investigar las propuestas de Drenaje Pluvial existentes, en los gobiernos locales de Iquitos, San Juan, Punchana y del Gobierno Regional de Loreto
- Evaluar la factibilidad técnica, económica, social y ambiental de las propuestas de Drenaje Pluvial existentes.
- Evaluar la tecnología recomendada en las propuestas de drenaje existentes, para mejorar, ampliar y mantener el actual sistema?.
- Formular el aporte a las propuestas del Sistema de Drenaje Pluvial existentes y recomendar su implementación

CAPÍTULO II

Marco referencial

2.1 Antecedentes

En el presente acápite, se describe sucintamente, los estudios efectuados en el ámbito de la ciudad de Iquitos, destinados a solucionar el problema del drenaje pluvial, siendo el único desarrollado con carácter de Integral, el Estudio de Pre Inversión a nivel de Factibilidad del Proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”, el mismo que se resume de la siguiente manera:

Estudio de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad, Estudio realizado por el OPIPP-GRL, presenta una Propuesta Integral de un Diseño Hidráulico para la Evacuación Pluvial de la ciudad de Iquitos - 2014.

Este proyecto plantea afrontar en forma Integral el problema, en general, del drenaje pluvial urbano de la ciudad de Iquitos, y en particular de las zonas críticas propensas a las inundaciones.

Primeramente, se identificó cuáles son los problemas que se presentan en la red de drenaje de la ciudad de Iquitos, como son: problemas de sedimentación, inundaciones, antigüedad y colapso de redes, entre otros; seguidamente se determinó las causas que generan estos problemas, como son: emisores con descargas sumergidas, secciones hidráulicas insuficientes, crecimiento urbano desordenado, falta de labores de limpieza y mantenimiento, entre otros, y en función a estos parámetros, se efectuó lo siguiente:

- 1°) Sectorización de la ciudad, en función a la caracterización de las cuencas, existencia o no de redes, estado de conservación de las redes existentes, pavimentos nuevos construidos, zonificación y uso de suelos, lo cual ha permitido, determinar las áreas a Ampliar, áreas a Mantener, áreas a Mejorar.
- 2°) Identificación de los Sectores Críticos, teniendo en cuenta los tipos de problemas presentados, causas y frecuencia de ocurrencia, etc., para así poder evaluar las propuestas técnicas de solución.

3°) Se planteó propuestas de solución para cada sector en particular, en función a las características anteriormente identificadas, ya sean estas del tipo convencional o mediante tecnologías nuevas e innovadoras.

Así por ejemplo, para el sector crítico de Calle Putumayo, entre las calles Manco Cápac hasta Las Amazonas, al norte de la ciudad de Iquitos, se identificó dos (02) escenarios distintos en la que ocurren las inundaciones: la primera de ella que con frecuencia acontece ante eventos lluviosos de regular a gran intensidad, generándose inundaciones de corto periodo de duración, aproximadamente de 2 a 3 horas, y en segundo lugar se generan inundaciones de hasta 3 meses de duración, en los periodos de crecida de los ríos Amazonas y Nanay, este último, punto de descarga del colector Pevas, que es el que en última instancia descarga a las aguas pluviales en el río Nanay.

La causa identificada para la ocurrencia de las inundaciones de corta duración, se debe básicamente al diseño inadecuado del sistema de drenaje en el sector y a la falta de labores de limpieza y descolmatación del Colector Principal de la calle Pevas y en lo que respecta a las inundaciones de larga duración, estas se deben sobre todo a que la descarga del Colector Pevas queda sumergida en la época de crecidas, y al no poder evacuar libremente, genera el embalsamiento del agua que discurre desde las partes altas de la ciudad, hacia la descarga en el río nanay.

Teniendo en consideración ambos aspectos, se efectuó un mejoramiento del diseño de la red pluvial de este sector, así como se consideró la instalación de las válvulas tipo flap (anti retorno) en la descarga, con la finalidad de evitar el ingreso del agua del río en tiempo de crecidas, así como para facilitar la descarga del agua de lluvia, evitándose de esta manera la utilización de estaciones de bombeo, toda vez que este tipo de solución resulta antieconómicas, dado el gran volumen de agua a evacuar.

2.2 Marco Teórico conceptual

Para el desarrollo de la presente investigación se debe tener en cuenta los aspectos más importantes, relacionados con un sistema de drenaje pluvial.

2.2.1 Diagnostico

El Diagnóstico, generalmente es el análisis que se realiza para comprobar una situación y cuáles son las condiciones, “sobre la base de datos acopiados y ordenados sistemáticamente, que permiten calificar y juzgar mejor qué es lo que está pasando” (3).

El Diagnostico nos permitirá conocer, el estado situacional del actual Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos, identificando los problemas, el estado de conservación, el tipo de estructuras, entre otros.

2.2.2 Evaluación

La Evaluación implica emitir un juicio en base a una investigación o estudio, brindando datos y/o información referida a la evolución o resultados, en este caso del Sistema Integral de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos, con el propósito de ratificar los resultados obtenidos, o en todo caso de proponer alternativas para mejorar y/o ampliar las mismas.

El proceso de evaluación, en rigor al objetivo planteado, consiste una forma de efectuar una valoración del mismo y que se usa para determinar sistemáticamente, la capacidad, las cualidades, la valoración y la importancia del mismo, tomando en consideración criterios técnicos ajustados a la normativa vigente. De la Garza (2004) comenta que, “en su forma más simple, la evaluación conduce a un juicio sobre el valor de algo y se expresa mediante la opinión de que ese algo es significativo. Se llega a este juicio calificando de qué manera un objeto reúne un conjunto de criterios. Así, la evaluación es esencialmente comparativa y cuantitativa” (4 - 807).

Para la evaluación se requiere conocer los aspectos técnicos considerados en el estudio, como son: topografía, pluviometría, impacto ambiental, estructuras consideradas, interferencias existentes, etc., así como también los aspectos sociales, si es que los hubiera, ya que este

último generalmente es ignorado, pero sin embargo se ha constatado que es de vital importancia.

2.2.3 Sistema de Drenaje Pluvial

Se conoce como drenaje pluvial, al proceso de captar, conducir y descargar a un efluente, el exceso de agua proveniente del escurrimiento de las aguas pluviales, con la finalidad de evitar el malestar de la población y proteger la afectación o pérdida de la propiedad pública y/o privada, la afectación a la salud y la vida en general. En un área con ausencia de infraestructura de drenaje pluvial, el agua de lluvia fluye en forma natural como parte del ciclo hidrológico. Este sistema de drenaje natural no es estático, y está constantemente cambiando con el entorno y las condiciones físicas. La intervención de un área natural de drenaje, en razón a la expansión urbana de las ciudades, altera los cursos naturales de drenaje pluvial, pudiendo esta intervención generar daños significativos.

El drenaje urbano tiene como objetivo el manejo racional del agua de lluvia en las ciudades, para evitar daños en las edificaciones y obras públicas (pistas, redes de agua, redes eléctricas, etc.), así como la acumulación del agua que pueda constituir focos de contaminación y/o transmisión de enfermedades.

Pero para que este drenaje urbano sea eficiente, es necesario que incluya el análisis de todos los parámetros técnicos necesarios, como una correcta identificación de los problemas, las causas, las limitaciones, las soluciones técnicas y económicas posibles, y sobre todo que geográficamente sean integrales.

La Ley General de drenaje Pluvial y su Reglamento, aprobada en el 2018, señala la obligatoriedad de que toda habilitación urbana o edificación, a nivel nacional, cuente con infraestructura de drenaje pluvial, acorde con los planes de desarrollo con enfoque en gestión de riesgos de desastres. Dicha ley establece, también, la responsabilidad de los gobiernos locales para el cumplimiento de dicha obligatoriedad, así como la operación y mantenimiento de la infraestructura.

2.2.4 Estudios Básicos

La Topografía

En Todo proyecto que involucre un sistema de drenaje pluvial, la topografía juega un papel fundamental. Es una de las variables más importantes, ya que ésta, conjuntamente con otras variables, definirá las alternativas de solución que tendrá el sistema, y de todas ellas, se empleará la que permita reducir costos y tiempos en la ejecución de la obra.

Para la realización de un levantamiento topográfico de un área para proyectar una red de drenaje pluvial, es necesario **definir las diferentes fases del proceso** y, sobre todo, hay que tener en cuenta una serie de **factores** para que la red de drenaje se realice correctamente.

En lo que respecta a la ciudad de Iquitos, está limitada en su ribera por el Río Itaya, con una zona abrupta que forma los acantilados. Con respecto al sentido del relieve de los barrancos, las mayores elevaciones están concentradas al sur y descienden hacia el norte, convirtiéndose en zonas inundables como sucede en la confluencia del Río Nanay con el Río Itaya y Amazonas.

La zona de expansión del lado norte presenta características topográficas similares a la zona antigua de Iquitos. La zona de expansión en el lado oeste cerca al Lago Moronacocha tiene una topografía plana en áreas que se encuentran bajo el nivel máximo de aguas del Lago Moronacocha.

La zona de expansión en el lado sur, presenta características topográficas favorables para el desarrollo, desde el punto de vista del drenaje.

Tipo de Suelos

El tipo de suelos, es otro parámetro importante para el diseño de los sistemas de drenaje pluvial, ya que esta información nos permitirá conocer, entre otros, la capacidad de soporte para el diseño de las

estructuras, la pendiente de los taludes de las cunetas sin revestir, características de retención, capacidad de infiltración, etc.

Hidrología

La hidrología es una rama de las ciencias de la tierra que estudia las propiedades físicas, químicas y mecánicas del agua continental y marítima, su distribución y circulación en la superficie de la Tierra, en la corteza terrestre y en la atmósfera. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

Desde el punto de vista de la Ingeniería Civil, veremos que la Hidrología incluye los métodos para determinar el caudal como elemento de diseño de las obras de drenaje pluvial, así como también la capacidad de transporte de sedimentos hacia las obras de captación, conducción y descarga, así como también la erosión de cauces naturales

El análisis hidrológico influye en el diseño de las obras de captación del sistema de drenaje pluvial urbano. Este análisis es esencial para poder determinar los caudales máximos para ciertos periodos de retorno, la información pluviométrica es fundamental para el análisis, se debe conocer las características de la superficie, la longitud y pendiente, en este procedimiento se determina su coeficiente de escorrentía y también el tiempo de concentración.

Hidráulica y Drenaje

El diseño hidráulico es otro de los factores a tener en consideración para el diseño y la operatividad de los sistemas de drenaje pluvial, y comprende la determinación y el dimensionamiento de las estructuras del sistema de drenaje pluvial, en función a la información contenida en el Estudio Hidrológico.

El objetivo principal en el diseño hidráulico de una obra de drenaje pluvial, es determinar la sección hidráulica más adecuada que permita el transporte libre del flujo de las aguas de las precipitaciones pluviales, y

conducirlos adecuadamente, sin causar ningún tipo de daño a la propiedad pública y/o privada.

Vulnerabilidad y riesgos

El análisis de vulnerabilidad y riesgos, implica identificar las áreas donde el sistema de drenaje podría presentar peligros a la erosión, inundación, arenamiento y contaminación producidos por residuos sólidos y generar alternativas para posibles planes de mitigación con la finalidad de una evacuación eficiente de las aguas pluviales; además generar una buena calidad de vida de los pobladores, saneamiento ambiental permanente.

A nivel funcional, este estudio no solamente debe involucrar a los componentes Estructurales del Sistema, sino también a los elementos No Estructurales, que conjuntamente garantizan su operatividad y eficiencia durante su periodo de servicio.

Impacto Ambiental

La mitigación del Impacto Ambiental, sirve para plantear una serie de actividades de control, tales como de emisión de polvo, control de olores, mitigación de ruidos, así como la reposición de áreas verdes afectadas por la instalación de las redes, además de todo lo relacionado con la preservación y conservación del ambiente. Para controlar la emisión de ruidos, la empresa contratista deberá colocar silenciadores a los diferentes equipos, así como la utilización de camiones cisternas para el control de la emisión de polvo.

Evaluación económica de operación y mantenimiento

Sin duda alguna, la evaluación económica de la operación y mantenimiento es uno de los factores fundamentales a tener en consideración, a nivel de estudio de pre inversión, ya que es en este nivel, donde podremos analizar el costo por el sostenimiento de las soluciones adoptadas, en relación al costo/efectividad.

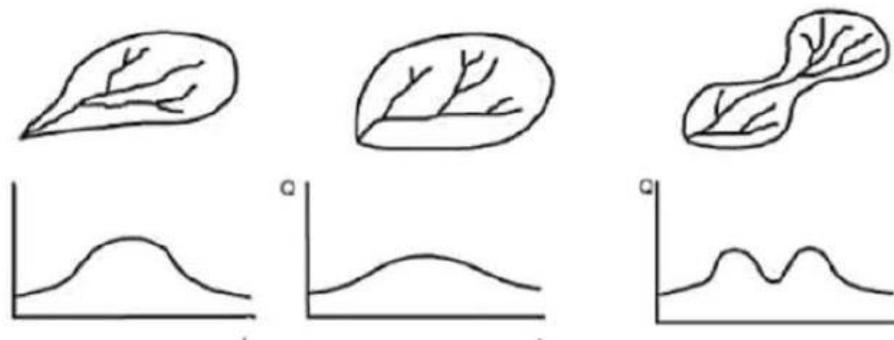
2.2.5 Definiciones Teóricas

Cuenca Hidrológica

Una cuenca hidrográfica es toda área de terreno que contribuye al flujo de un río o quebrada. También se conoce como área de captación o área de terreno de donde provienen las aguas de un río, quebrada, lago, laguna, humedal, estuario, embalse, acuífero, manantial o pantano. Las cuencas hidrográficas se clasifican en: cuencas hidrográficas naturales y cuencas urbanas. Las cuencas hidrográficas naturales son aquellas donde quedan delimitadas por sus propias características topográficas, mientras las cuencas hidrográficas urbanas ya fueron alteradas por el cambio de uso de suelo y su determinación obedece a condiciones locales. Figura 01 muestra la delimitación de una cuenca hidrográfica natural, las propiedades morfo métricas importantes con fines de obtener el potencial hídrico son los siguientes: superficie, perímetro, pendiente promedio de la superficie delimitada por la cuenca, longitud del curso de la red hídrica principal, pendiente de la red hídrica principal.

La forma de una cuenca es la configuración geométrica tal como está proyectada sobre el plano horizontal. Esta forma gobierna la tasa a la cual se suministra el agua al cauce principal, desde su nacimiento hasta su desembocadura.

Figura 01: Tipos de cuencas



Fuente: Guerreiro, O.S.F.

Cota de Atención

Es la cota mínima establecida, sobre la que deberá encontrarse un determinado sector o área de drenaje, a fin de asegurar que las

descargas a un efluente de los colectores principales, no queden sumergidas ante una eventual crecida extraordinaria, dentro del periodo de retorno establecida para el diseño del sistema de drenaje pluvial.

Áreas de Drenaje

Cada cuenca se divide en **subcuencas**, definiéndose éstas como la superficie de terreno cuya escorrentía superficial, fluye en su totalidad a través de una serie de cursos de agua hacia un determinado punto de un curso de agua o efluente, el mismo que a su vez, recolecta diversos cursos de agua de otras subcuencas, para descargarlo finalmente en su disposición final (lago, mar, etc.)

Tipos de Intervención

En función a la caracterización de las áreas de drenaje, la identificación del tipo y estado de conservación de las estructuras existentes, la capacidad de la sección hidráulica de las redes existentes, entre otros, se determina el tipo de intervención que se tendrá en las diversas áreas de drenaje, por lo que se determina si estas serán áreas a ampliar, áreas a mejorar, áreas a mantener.

A su vez, las soluciones hidráulicas particulares que se asuman para cada una de las áreas a intervenir, estarán asociadas, independientemente de las que provengan del estudio hidráulico, a otros parámetros socio, económicos y ambientales, de tal forma que la solución sea lo más amigable posible con su entorno físico, así como con los beneficiarios del proyecto de drenaje pluvial.

Puntos de descarga

Cada cuenca identificada dispone de un colector principal para la descarga en los efluentes, y resulta de vital importancia, la identificación de las condiciones del punto de descarga, la vulnerabilidad y riesgos que los acecha, las condiciones de descarga, entre otros, ya que estos parámetros, condicionan su diseño.

Las Interferencias

La identificación de las interferencias, representan un factor importante en lo que se refiere al costo del proyecto. Generalmente, en los proyectos de baja envergadura, no se hace un estudio de las interferencias, y estos al momento de la ejecución representan un costo adicional de la obra, ya sea por el costo propiamente de las intervenciones, o ya sea por el incremento del tiempo que su ejecución representa.

Las interferencias pueden tener diversos orígenes, ya que pueden ser por la presencia de estructuras y redes de cables de energía eléctrica, redes de agua y alcantarillado, redes de telefonía, entre otros.

Cada interferencia debe ser estudiada minuciosamente, y tendrán una solución en particular,

2.2.6 Componentes Estructurales

El Sistema de Drenaje Pluvial no debe entenderse solamente como el conjunto de estructuras destinadas a captar, conducir y evacuar las aguas de lluvia hacia un cuerpo receptor, sino también, como el conjunto de acciones, procedimientos y normativas destinadas a regular, operar y mantener el mismo. En tal sentido la solución de los problemas de Drenaje Pluvial, debe involucrar la adopción de Medidas Estructurales y No Estructurales.

Los Componentes Estructurales, son aquellas que involucran estructuras u obras de captación, conducción y evacuación y disposición final, resumiéndose en las siguientes:

Estructuras de Captación

Captan o recolectan las aguas del escurrimiento pluvial a transportar. En los sistemas de drenaje pluvial, se utilizan sumideros como estructuras de captación, aun cuando también la captación se produce en los interiores de las viviendas, mediante cunetas y tuberías, las cuales, mediante las conexiones domiciliarias, se vierte el agua a las redes colectoras de la vía pública. En los sumideros (ubicados convenientemente en puntos bajos del terreno y a cierta distancia en las

calles) se coloca una rejilla para evitar el ingreso de objetos que obstruyan los conductos.

Estos sumideros, son cajas que funcionan como desarenador, donde se depositan las materias pesadas que arrastra el agua y por una rejilla con su estructura de soporte, que permite la entrada del agua de la superficie del terreno al sistema de la red pluvial. La rejilla evita el paso de basura, ramas y otros objetos que pudieran taponar los conductos de la red.

Estructuras de Conducción

Los elementos de conducción, transportan las aguas recolectadas mediante las estructuras de captación, hacia las descargas. Estas representan la parte elemental de un sistema de drenaje pluvial, y puede estar constituido por tuberías, cunetas y canales. Se pueden clasificar ya sea de acuerdo a la importancia del conducto dentro del sistema de drenaje o según el material y método de construcción del conducto que se utilice.

Según la importancia del conducto dentro de la red, los conductos pueden ser clasificados como acometidas, colectores secundarios, colectores principales y emisores. Se les llama acometidas a los conductos de menor diámetro en la red, a los cuales descargan la mayor parte de las estructuras de captación. Los colectores secundarios (subcolectores), son conductos de mayor diámetro que las acometidas, que reciben directamente las aportaciones de dos o más acometidas y las conducen hacia los colectores primarios. Los colectores primarios son los conductos de mayor tamaño en la red y representan la parte medular del sistema de drenaje.

Por otro lado, existen algunos colectores primarios, que por su función pueden recibir el nombre de Interceptores. Su función es reunir el agua recolectada por otros colectores primarios, para llevarlas hasta el punto de salida de la red e inicio del emisor. El emisor conduce las aguas hasta el punto de vertido o descarga final. Se le distingue de los colectores primarios porque no recibe conexiones adicionales en su recorrido.

Estructuras de Evacuación

Son estructuras terminales que protegen y mantienen libre de obstáculos la descarga final del sistema de drenaje, pues evitan posibles daños al último tramo del emisor que pueden ser causados por la corriente a donde descarga el sistema, o por el propio flujo de salida de la tubería. Se le denomina estructura de vertido a aquella obra final del sistema que asegura la descarga continua a una corriente receptora.

Entre estas estructuras podemos tener aliviaderos, pozas de disipación de energía, entre otros.

Disposición final.

Se le llama disposición final al destino que se le dará al agua captada por un sistema de drenaje. En la mayoría de los casos, las aguas se vierten a una corriente natural que pueda conducir y degradar los contaminantes del agua. En este sentido, se cuenta con la tecnología y los conocimientos necesarios para determinar el grado en que una corriente puede degradar los contaminantes e incluso, se puede determinar el número, espaciamiento y magnitud de las descargas que es capaz de soportar. Por otra parte, la tendencia actual es tratar las aguas residuales y emplearlas como aguas tratadas o verterlas a las corrientes. También se desarrollan acciones encaminadas al uso del agua pluvial, pues pueden ser utilizadas en el riego de áreas verdes en zonas urbanas, tales como jardines, parques y plazas; o en zonas rurales en el riego de cultivos y otros afines. Así, un proyecto moderno de drenaje pluvial puede ser compatible con el medio ambiente y ser agradable a la población según el uso que se le dé al agua pluvial.

La disposición final de las aguas captadas por un sistema de drenaje no es una estructura que forme parte del mismo; sin embargo, representa una parte fundamental del proyecto. Su importancia radica en que, si no se define con anterioridad a la construcción del proyecto el destino de las aguas pluviales, entonces se pueden provocar graves daños al medio ambiente e incluso a la población servida o a aquella que se encuentra cerca de la zona de vertido.

2.2.7 Componentes No Estructurales

Generalmente, los proyectos financiados por el gobierno, no toman en cuenta los Componentes No estructurales; sin embargo, estas tienen un rol fundamental en lo que concierne a la sostenibilidad del proyecto. Actualmente esta se limita a la suscripción de un documento denominado “Acta de Compromiso de Operación y Mantenimiento”, mediante la cual, la entidad receptora de la obra, “garantiza” la sostenibilidad de Proyecto, pero que sin embargo en la práctica nunca se cumple.

Cuando se efectúa la concepción y el diseño de una estructura, en este caso de drenaje, esta se desarrolla para que esta funcione en condiciones óptimas, pero, sin embargo, la falta de actividades de limpieza, mantenimiento, educación sanitaria, planificación urbana, etc., hacen que estas condiciones óptimas de diseño, no se mantengan durante todo el horizonte de vida del proyecto, por lo que se hace necesario implementar planes que garanticen realmente estas condiciones en el tiempo.

En ese sentido, se denomina componentes no estructurales a las que, mediante reglamentaciones, sirven para prevenir los problemas propios de la hidrología urbana, así tenemos:

- Planificación Urbana
- Ordenamiento territorial
- Normativa e institucionalidad.
- Régimen tributario para soporte del sistema.
- Programas de registro del régimen de lluvias (estaciones de medición).
- Plan Director de Drenaje Pluvial.
- Programas de capacitación y educación poblacional.

En estos programas de capacitación y educación poblacional, se implementaron estrategias de comunicación con la consecución de talleres informativos a la población, sectorizados en las 24 áreas de diseño, los cuales son:

- Reuniones de tipo informativo respecto a la promoción y beneficios del proyecto, con la finalidad de “Lograr que los dirigentes

y representantes de las habilitaciones que conforman el área de influencia del proyecto, estén informados sobre el programa de intervención social y sobre la situación actual del sistema de drenaje pluvial existente, los objetivos, los beneficios y los beneficiarios del proyecto, y que una vez informados sean capaces de realizar el efecto multiplicador para que los pobladores de las habilitaciones conozcan del proyecto y se muestren con actitud favorable durante su ejecución” (8).

- Reuniones de tipo informativo respecto a la factibilidad técnica, la oferta del servicio de drenaje pluvial, los requerimientos para ser beneficiario y la necesidad de mejorar los sistemas existentes. con la finalidad de “Lograr que los representantes y dirigentes estén informados sobre la factibilidad técnica, oferta del servicio del Drenaje Pluvial, necesidad de mejorar los sistemas existentes, los requisitos para ser beneficiarios del proyecto, y que una vez informados sean capaces de realizar el efecto multiplicador para que los pobladores de las habilitaciones estén informados y se muestren con actitud favorable durante la elaboración de los estudios y la ejecución de la obra” (8).

Figura 02: Talleres de información y capacitación a la población



Tomado de: SESAL - Intervención Social del Proyecto: Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos – Etapa de Formulación del Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad”

“Este componente, está referido al desarrollo de capacidades, factor bastante importante, toda vez que contribuirá a que las labores

durante la etapa de operación y mantenimiento, sean más llevadera, permitiendo una mayor eficiencia en su gestión.

Este componente del proyecto, contempla:

- ✓ **Adecuados Hábitos y Prácticas de Higiene.**
 - Campañas de Educación a la Población.
 - Desarrollo de Charlas en Colegios.

- ✓ **Adecuada Gestión de Mantenimiento Rutinario.**
 - Capacitación en Planeamiento y Programación de Mantenimiento.
 - Capacitación en Supervisión de Mantenimiento de Drenaje Pluvial.

- ✓ **Suficiente Asignación de Personal de Mantenimiento.**
 - Capacitación de Personal Técnico en Labores de Mantenimiento de Drenaje” (1- pp51).

2.3 Premisas Básicas

- El diagnóstico del estado situacional de las redes del actual Sistema de Drenaje Pluvial, nos permitirá conocer el problema, identificar las causas, los sectores críticos, entre otros hechos, que nos permitirán posteriormente evaluar adecuadamente cualquier solución técnica e integral al problema.

- La evaluación técnica de estos hechos, nos permitirá valorar las soluciones técnicas planteadas en el proyecto de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos, así como la viabilidad técnica para su ejecución, mediante la Identificación de las limitaciones, las restricciones y supuestos, que podrían conducirnos a determinar algunos incrementos de costos, estudios adicionales, etc.

CAPÍTULO III. Metodología

La investigación es del tipo descriptiva, cuantitativa y con propuesta. La muestra es del mismo tamaño de la población y la estadística utilizada es la descriptiva y se aplicaron las medidas de distribución normal. Se utilizaron la historia de datos estadísticos de precipitaciones, máximas avenidas, periodos de retorno. Para el diseño de las secciones hidráulicas de cada elemento en cada área de drenaje, se tomó en cuenta, el tiempo de concentración, coeficiente de escorrentía, intensidad de la lluvia, pendientes.

En ese sentido, el desarrollo del presente trabajo, se inicia con el acopio de la información referida a la obra del estudio de factibilidad del Proyecto de Drenaje Pluvial: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”. La fundamentación teórica de los temas requeridos para el desarrollo del presente trabajo, específicamente para la sustentación de las propuestas de carácter técnico, será un aporte al proyecto.

3.1 Procedimiento y recolección de Información base

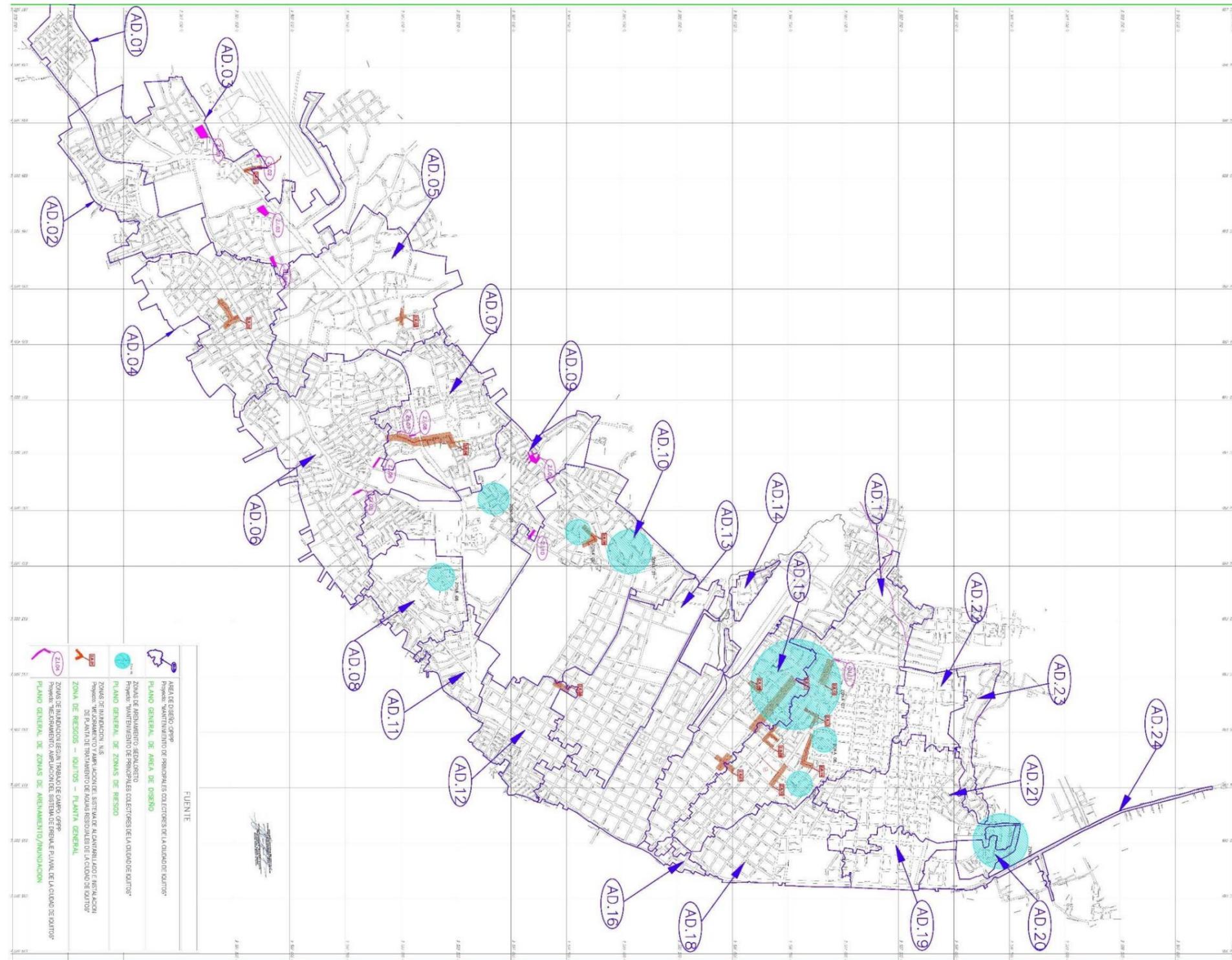
Para la elaboración de presente trabajo, se ha tomado referencia de la siguiente información:

- Planos Catastrales de la ciudad de Iquitos
- Plano de redes de agua y desagüe de la ciudad de Iquitos (SEDALORETO SA), que se muestran en el Anexo.
- Google Earth
- Plan Director de SEDALORETO SA.
- Estudio a nivel de Perfil y Factibilidad del proyecto: “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos”

Zonas de Riesgo por Inundacion y Arenamiento

Iquitos está limitada, en su ribera, por el río Itaya, que es necesario mencionar a ocupado el cauce del río Amazonas, las mayores elevaciones están concentradas al sur y descienden hacia el norte, convirtiéndose en zonas inundables como sucede en la confluencia del río Nanay con el río Itaya y Amazonas.

Figura 03: ZONAS DE RIESGO (Inundación y arenamiento)



Fuente: Memoria Descriptiva del Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos"

3.2 Diagnóstico del Estado Situacional Actual

3.2.1 Caracterización

A la fecha, en la futura Metrópoli de la ciudad de Iquitos, se presentan marcadas deficiencias en el sistema de alcantarillado cuyas características son las siguientes:

- Frente a las lluvias de mediana a regular intensidad, se producen grandes aniegos e inundaciones, especialmente en las zonas más bajas de la ciudad calificadas como críticas por el INDECI (14 zonas), como el sector de la calle Putumayo. Estas aguas retenidas (por horas, semanas y hasta meses), producen deterioros y pérdidas materiales en las vías y las viviendas aledañas, y de manera recurrente. En los trabajos de campo, se identificó 11 zonas adicionales de inundación ver Anexo (Figura 11: Plano de Zonas Vulnerables y Riesgo)

Figura 04: Inundaciones en vías y viviendas



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos".

- El Distrito de San Juan Bautista es el que presenta la menor cobertura del sistema de drenaje pluvial, solo el 17% del área esta atendida.
- En las épocas de regulares crecientes de los ríos, en que el nivel del agua sube, los Emisores son cubiertos por el agua, impidiendo (tapón hidráulico) de esta manera el libre y normal flujo de las descargas,

Figura 05: Emisores de descarga sumergidos



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos”.

- El sistema de drenaje mixto (agua de lluvia y residuales), aceleran el proceso de deterioro y el periodo de vida útil de las estructuras, la mayoría superan una antigüedad de 50 años (a la fecha)

Figura 06: Gambotas colapsadas por antigüedad



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos”.

Figura 07: Deterioro de paredes de ladrillo y bases de mortero de las Gambotas



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos”.

- Trabajos dispersos de pavimentación y alcantarillado por los gobiernos locales, generan desorden por una clara falta de planificación, ante la falta de un plan regulador o director de Drenaje Pluvial.
- Invasiones y asentamiento poblacional en las Zona de la faja de protección de riveras y marginales.
- Colapso y arenamiento de los sistemas de evacuación de las aguas pluviales y residuales, ante la poca o nulo programa de mantenimiento y limpieza rutinario de las estructuras, encontrándose colmatadas entre un 60% al 80% de su sección.
- La acumulación de basuras, sedimentos y otra serie de elementos en los colectores, hacen que sean ineficientes hidráulicamente e insuficientes, debido a la falta de programas serios de limpieza y mantenimiento, así como también del deficiente diseño hidráulico, esto dificulta la normal captación de las aguas.

- Existen diversos tipos de Sumideros, que se encuentran arenados, colapsados, con pérdida de su rejilla producto de la mala ubicación, diseño y por antigüedad, así como también por la falta de mantenimiento.

Figura 08: Acumulación de basuras y sedimentos



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos”.

- Como consecuencia del continuo reasfaltado de las vías urbanas, podemos mencionar:
 - ✓ Pérdida de la altura de las veredas quedando a nivel de la calzada de la vía, que impide su función de proteger y desviar las aguas de lluvia, y ocasiona el ingreso de las mismas hacia las viviendas.
 - ✓ Pérdida de ubicación y clausura de tapas de inspección de las redes colectoras, impidiendo así realizar las labores de mantenimiento periódico

Figura 09: Pérdida de la altura de las veredas y Clausura de tapas de inspección



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos”.

- Redes colectoras y/o Buzones de inspección carentes de tapas de registro, adecuadas.

Figura 10: Buzones de inspección carentes de tapas de registro



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos

3.2.2 Tipos de redes de alcantarillado existentes

El Sistema unitario o mixto de drenaje pluvial existente de la ciudad de Iquitos, está conformada por conductos de diferentes tipos de secciones y materiales; así predominan redes tipo gambotas, canales de mortero armado y tuberías (concreto, acero y PVC), conformando un total de 201,485 ml de redes de drenaje.

Gambotas:

Estas estructuras, comúnmente denominadas así por la población, datan de una antigüedad de casi 50 años.

Son estructuras de ladrillo de arcilla, de sección abovedadas y/o tipo herradura, con mortero de cemento-arena, de secciones variables (0.30 x 0.30 m -1.80 x 1.30 m), y predominan en la zona urbana o "antigua" de la ciudad. Representan el 29.67% (59,783 m) de la red de drenaje unitario existente, las mismas que fueron construidas como redes colectoras, así como para acometidas domiciliarias.

Las gambotas consideradas como colectores principales, se encuentran indicadas en los cuadros 09 y 10 del presente, en las cuales se indican las características más incidentes de las mismas, longitud, tipo de calzada sobre ella y estado de conservación.

Cuadro 01: Red de gambotas orientadas Este-Oeste

N°	CALLE	LONGITUD (M)		TRAMO EN MAL ESTADO	TIPO DE CALZADA
		A CAMBIAR	TOTAL		
1	Ánge Brusco	--	340		Tierra
2	Celentín	--	340		Losa Flexible
3	Arequipa	--	460		Losa Rígida
4	Pablo Rosell	--	640		Losa Rígida
5	Yavarí	1,030	1,030	Alzamora-Raymondí	Losa Rígida
6	Loreto	320	450	Alzamora-Pucallpa	Losa Flexible
7	Pevas	--	800		Losa Rígida
8	Nauta	470	800	Samanez Ocampo-Ríoera	Losa Rígida
9	Napo	--	600		Losa Rígida
10	Putumayo	1,300	2,200	Manco Cápac-Arica	Losa Flexible Asfaltado
11	Calvo de Araujo	600	800	Hualaga-Castita	Losa Flexible y Tierra
12	Sargento Lores	600	1,330	Malecón-Castita	Losa Rígida
13	Morona	--	990		Losa Flexible Asfaltado
14	Brasil	580	1,320	Moore-Alzamora	Losa Rígida y Tierra
15	San Martín	520	520	Malecón-Tacna	Losa Flexible Asfaltado
16	Ucayali	350	350	Malecón-Huallaga	Losa Flexible Asfaltado
17	Bermúdez	--	620		Losa Rígida Asfaltado
18	García Sáenz	--	620		Losa Flexible Asfaltado
19	Dos de Mayo	420	690	Moore-Echenique	Losa Flexible Asfaltado
20	9 de Diciembre	600	1,060	Grau-Echenique	Losa Flexible Asfaltado
21	Aktao	480	940	Grau-Castilla	Losa Flexible Asfaltado
22	Alfonso Ugarte	1,020	1,130	16 de Julio-Echenique	Losa Flexible Asfaltado
23	José Gálvez	260	580	Grau-Moore	Losa Flexible Asfaltado
24	Libertad	120	600	Grau-C. Portugal	Losa Flexible Asfaltado
25	Otras		6,192		
		--			Tierra
1	PUNCHANA	--			Losa Rígida
2	Unión	250	220	Pantoja-Iquitos	Losa Rígida
3	Trujillo		1,800		
4	Av. 28 de Julio		1,800		
TOTAL		3,930	29,222		

Fuente: Estudio de Factibilidad del Drenaje Pluvial

Cuadro 02: Red de Gambotas orientados Sur – Norte

Nº	CALLE	LONGITUD (m)		TRABO EN DIAL ESTADO	TIPO DE CALZADA
		A CAMBIAR	TOTAL		
1	Orellana	--	300		L.F. Asfalto
2	16 de Julio	--	540		L.R.A. Asfalto
3	Ramírez Hurtado	1,020	1,510	Alfonso Ugarte/Navia	L.R.A. Asfalto
4	Próspero-Fizcarald	--	2,130		L.R.A. Asfalto
5	Arica	--	2,180		L.R.A. Asfalto
6	Av. La Marina	--	2,100		L.F. Nueva
7	Pasaje S.N.	--	110		L.R.A. Asfalto
8	Aguirre – Condomine	--	3,140		L.F. Asfalto
9	Grau – Samanez Ocampo	700	2,130	Leticia / Requena	L.R.A. Asfalto
10	Moore – Nanay	--	1,460		L.R.A. Asfalto
11	Bolognesi	--	1,100		L.R.A. Asfalto
12	Callao	--	1,360		Tierra
13	Fanning – Pucallpa	--	940		L.R.A. Asfalto
14	Ramón Castilla	--	460		Tierra
15	Bolívar	--	650		Tierra
16	Echenique	--	460		Tierra y pista
17	Felipe Pinglo	--	120		Tierra
18	Alzamora	--	130		Tierra
19	Guisse	--	6,191		Tierra
20	Obras	--	370		
		--	760		
			1,320		
	PUNCHANA		1,100		Tierra
1	Chidayo				Tierra
2	Piura				L.R.A. Asfalto
3	Freyre				L.F. Buena
4	Navarro Cauper				
LONGITUD TOTAL		1,720	30,561		

Fuente: Estudio de Factibilidad del Drenaje Pluvial

Hay que tener en consideración, que la información registrada en el Estudio de Factibilidad, data del año 2007, aun cuando fue actualizada luego de una inspección visual por el OPIPP, sin embargo, dado el tiempo transcurrido, amerita una actualización de la información, así como del expediente técnico.

Canales

De acuerdo a la información contenida en el estudio de Factibilidad, se ha determinado que existe 55,389 m de redes de drenaje unitario, rectangular de albañilería menos que concreto armado que es mayor proporción, la losa de fondo y la tapa son de concreto armado, se ubica en el segundo lugar (27.49%); del sistema de drenaje de la

ciudad de Iquitos, su función es el de recolección de aguas pluviales y servidas, así como de calzada para la circulación peatonal y de vehículos menores y en algunos casos de autos y camionetas. Fueron financiadas por la Ley N° 24852 de Defensa de la Ribera, vigente en el año 1988 a 1994, año en que fue derogado. Fueron ejecutadas en su totalidad por la Municipalidad Provincial de Maynas.

Los canales principales evidenciados son:

“Colector de Petroperú,
Unión (9 de Octubre Alta),
Salaverry (9 de Octubre Baja),
Calle Bagazan,
Atahualpa (Sachachorro-Belén),
Calle Bagazan,
Ángel Brusco-Arequipa,
Buenos Aires-Pantoja-Nauta,
Túpac Amaru,
Micaela Bastidas,
Cahuide – Atahualpa,
Alfonso Ugarte- Jorge Chávez,
Cáceres-Jorge Chávez- Abtao-2 de Mayo,
Ricardo Palma, Pevas” (1- pp36).

Tuberías

Este tipo de elemento, que forma parte del alcantarillado, tiene “una longitud total de 82,364 m de tuberías y representando el 40.88% de del total de la red secundaria instalada, financiados en su mayoría por UTE-FONAVI desde 1994. Al respecto, se instalaron 11,184 m de tuberías de Concreto Simple Normalizado y 71,179 m de P.V.C. Gran parte de ellas drena aguas pluviales y aguas residuales domésticas” (1-pp36).

Caños Naturales

Son los canales o cursos naturales a cielo abierto que discurren las aguas y que reciben las descargas de los sistemas de alcantarillado unitario o mixto, y generalmente son los colectores principales de las cuencas y/o subcuencas que existen en la ciudad de Iquitos, los cuales conducen las aguas residuales y pluviales, hasta su disposición final en los ríos o lagos que circundan la ciudad. Se ha considerado para efectos de la presente, solamente los tramos existentes dentro de la zona urbana y suburbana, de tal forma que se determinó una longitud de 3,949 m.

“De este modo, el total de la red de alcantarillado existente asciende a 201,485 km y cubre un área de 1,182.34 ha. En el Cuadro 11 se presenta un resumen de la conformación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Iquitos” (1-pp36-37).

Cuadro 03: Configuración del Sistema de Alcantarillado existente – Iquitos.

Descripción	Material	Longitud (m)	Antigüedad	Estado de conservación	Uso	%
Canal	Concreto	55,389	Variable	Regular	Combinado	27.49%
Gambota	Ladrillo + Mortero	59,783	50 años	Regular	Combinado	29.67%
Caño	Tierra	3,950	Variable	Regular	Combinado	1.96%
Tuberfa PVC	PVC	71,179	14 años	Bueno	Combinado	35.33%
CSN	Concreto	11,184	14 años	Bueno	Combinado	5.55%
		201,485				100.00%

Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado e Instalación de PTAR de la Ciudad de Iquitos”

Conexiones Domiciliarias

Las conexiones domiciliarias o acometidas existentes en la ciudad son de tipo unitario o mixto, es decir sirven para evacuar las aguas residuales y pluviales al mismo tiempo.

En siguiente cuadro, se detalla el número de conexiones domiciliarias existentes, a la fecha del estudio de factibilidad, según tipo de red y antigüedad.

Cuadro 04: Conexiones de Alcantarillado existentes

Descripción de la Red	N° de Conexiones	Antigüedad	Estado de conservación	Uso de la Red	%
Canal	12,405	Variable	Regular	Pluvial y desagües	27.49%
Gambota	13,389	50 años	Regular	Pluvial y desagües	29.67%
Caño Natural	884	Variable	Malo	Pluvial y desagües	1.96%
Tubería PVC	15,941	14 años	14,451 Bueno 1,490 Malo	Desagües	35.33%
Tubería Concreto	2,505	14 años	Malo	Desagües	5.55%
TOTAL	45,124				100.00%

Fuente: EPS SEDALORETO S.A.

Cobertura Red de Drenaje Pluvial

En base a la actual cobertura del servicio de drenaje unitario de la ciudad de Iquitos, el estudio de factibilidad establece que de acuerdo al “área de influencia del proyecto, a la fecha esta alcanza aproximadamente el 50.07% de la cobertura requerida, de acuerdo a lo indicado en el Cuadro Resumen del Anexo I, ya que en la actualidad se dispone de 166.83 km de redes de colectores de drenaje pluvial, así como de 16,655 conexiones domiciliarias existentes” (1-pp36).

3.3 Análisis de los Antecedentes

El análisis de los antecedentes, está básicamente orientado, al análisis del contenido del Estudio de Pre Inversión a nivel de Factibilidad del Proyecto “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos”.

3.3.1 Categorización del nivel de Riesgo

La categorización del nivel de riesgo, es de mucha importancia, toda vez que esta nos permitirá parametrar la sensibilidad de cada zona de intervención ante los riesgos identificados.

Los aspectos considerados para determinar la categorización de cada una de las áreas de drenaje, son:

3.3.1.1. Vulnerabilidad y riesgos

Sin duda alguna, que las zonas de mayor riesgo y vulnerabilidad son las que se encuentran en zonas más bajas de la ciudad, o inundables.

De acuerdo a la revisión del estudio de factibilidad al Proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado e Instalación de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Iquitos”, se ha establecido como “cota de atención mínima” a la cota de 88.50 msnm; las áreas que se encuentran a una cota inferior de esta, no están comprendidas dentro de los alcances del proyecto, y figuran como zonas sin intervención, toda vez que estos sistemas solo funcionarían en época de estiaje, quedando sumergidas en las épocas de crecidas de los ríos Itaya, Nanay y Amazonas, poniendo en riesgo la operatividad del sistema, aun en las crecidas de periodos de retorno cortos.

Para la determinación de la Cota de Atención, se tuvo en consideración lo establecido en el literal b) del numeral 6.7.1. de la Norma OS.060 - RNE, referido a los Sistemas de Evacuación por Gravedad, entre otros se señala que “En el caso de descarga a un Rio, el nivel de agua en la descarga deberá estar por lo menos a 1.00 m sobre el máximo nivel de agua esperado para un periodo de retorno de 50 años” (5).

El Estudio Hidrológico, ha determinado una **Cota de 89.20 para un Pr = 50 años**, así como una Cota de 88.82 m.s.n.m. para un Pr = 20 años, esta última coincide con la Cota reportada para la Crecida Máxima Histórica; debido a que los Sistemas de Drenaje Pluvial, en cumplimiento a lo inicialmente indicado, se acoge a proteger la libre descarga al cuerpo receptor (en el Punto final del Colector Primario), luego no se podría tomar como referencia la Cota reportada para la Crecida

Máxima Histórica de 88.82 m.s.n.m., sino la Cota absoluta de 89.20 m.s.n.m. como Cota Mínima de referencia.

En ese sentido, para el diseño de Colectores Secundarios y Primarios, del estudio a nivel de Factibilidad, se tomó como Cota de Atención el de 90.20 m.s.n.m., que es el máximo nivel de agua esperado para un Pr = 50 años + 01 metro, con lo cual se aseguran que las descargas no queden sumergidas ante una eventual crecida extraordinaria, que sería de 88.82 m.s.n.m.

Las zonas vulnerables a inundaciones, son las más cercanas a los cauces de los ríos y lagos (cochas), y las que presentan depresiones existentes en el interior de la ciudad. Existen otras zonas de riesgo, que son propensas a inundarse, no por efecto de la crecida de los ríos, sino por los desvíos y/o obstrucción de los caños naturales por algunos colectores pluviales que están colmatados.

La sedimentación del material particulado y sólidos, representa uno de los mayores riesgos y problema que afronta el actual sistema de alcantarillado pluvial, producto del arrastre de las aguas superficiales, a través de los sumideros, deterioro de las tapas de buzones y techos de las alcantarillas, esto se ve acrecentado por la falta de educación cívica de algunos moradores, que utilizan estas estructuras para arrojar los desperdicios. Esto ha permitido identificar 08 nuevas zonas críticas, encontrándose colmatados en una proporción del 60% al 80% de su sección, mermando su eficiencia hidráulica, agravándose más aun por la falta de mantenimiento y limpieza, así como por la escasa pendiente, muy particular característica de estas zonas, estas se “encuentran ubicados en la denominada zona antigua o norte de la ciudad de Iquitos, que comprende los distritos de Iquitos, Belén y Punchana, y es en esos sectores donde se ubican la mayor cantidad de zonas de riesgo y vulnerabilidad” (1-pp23).

Otro no menos importante factor de riesgo, es la constante invasión de las zonas intangibles de las fajas marginales de los ríos y caños de agua existentes, no hay firmeza en hacer cumplir la normativa del ANA y ALA, por parte de las autoridades locales, para hacer cumplir lo dispuesto por el artículo 109 del capítulo III, de la Ley de Recursos Hídricos, que especifica la prohibición del uso de los cauces inactivos para fines de asentamientos humanos o agrícolas. Estas zonas se constituyen de viviendas precarias y son los sectores más populares de la ciudad, la cual impide y/o dificulta, la ejecución de trabajos de limpieza, mantenimiento y la ejecución de obras de encauzamiento o alcantarillado.

3.3.1.2. Estado de conservación

En este sistema de alcantarillado, el colapso total es inminente, por el progresivo deterioro y la antigüedad de sus estructuras, actualmente se vienen ejecutando grandes obras, las que incrementan y congestionan el tráfico pesado y liviano de la ciudad, y requieren movilización de maquinaria de considerable tonelaje, por lo que afectan las vías, que no son aptas para soportar las mismas, afectando a su vez, las redes colectoras del sistema.

En esta situación crítica, están las zonas denominadas a mejorar, que se encuentran ubicadas en la parte antigua de la ciudad, involucrado la jurisdicción de los distritos de Iquitos y Belén. Por la zona de Punchana la conservación de sus calles data de unos 24 años de antigüedad en promedio, sus estructuras de alcantarillado están en buen estado de conservación. En este distrito se ubican mayormente las zonas denominadas a mantener.

3.3.1.3. Zonas críticas

Teniendo en consideración los criterios establecidos para la Categorización por Vulnerabilidad y Riesgos, así como de la evaluación de hechos frecuentes en determinados sectores de la ciudad, se identificó a las denominadas Zonas Críticas, a aquellas calificadas como de alto riesgo, donde se evidencia básicamente problemas de inundaciones y sedimentación (arenamientos) severos.

Estas zonas críticas o de riesgo, “se encuentran principalmente en el ámbito de la zona norte de la ciudad, así como en la zona baja del distrito de San Juan Bautista, cuyo relieve es más o menos homogéneo, plano y/o de escasa pendiente, siendo ahí donde se generan los principales problemas del drenaje pluvial” (1-pp24).

La sedimentación de material particulado, se genera principalmente, debido a la escasa velocidad del agua, motivada por la existencia de pendientes mínimas en algunos sectores de la ciudad, la que es acentuada ante la nula labor de limpieza y mantenimiento de estos colectores.

Por otro lado, las inundaciones que se evidencian en algunos sectores de la ciudad, se generan debido a secciones de conductos reducidos, la alteración de los cursos naturales de drenaje, ante la expansión urbana desordenada, así como depresiones de la topografía, lo cual se agrava en época de crecidas de los ríos, ya que la mayoría de las redes o emisores se encuentran sumergidas.

Según se evidencia en el estudio de Factibilidad del drenaje Pluvial Integral de la ciudad de Iquitos, se identificaron 14 zonas críticas y de riesgo, las cuales se encuentran sometidas a severas inundaciones, ante las constantes lluvias propias de la zona de mediana a gran intensidad. Estas zonas son las descritas en la tabla siguiente:

Cuadro 05: Zonas de Riesgo por inundación - Iquitos

Zona de Riesgo	CALLE	TRAMO	PROBLEMA
1	Pevas	América – Navarro Cauper	Aniego por depresión
2	Putumayo	Almirante Guisse – Psje. Putumayo	Severa inundación por lluvias
3	Manco Cápac	Sargento Lores – Psje. Las Delicias	Aniegos
4	Napo	Alm. Guisse-Psje. Rojas / Pastaza y Marañón	Aniegos por efecto de las lluvias
5	Yavarí	Yavarí – Mi Perú	Aniegos por depresión
6	Távара	Intersección Távара e Iquitos	Aniegos
7	Yavarí	Rosa Merino y Av. del Periodista	Aniegos
8	Echenique	Putumayo y Echenique	Aniegos
9	Ramón Castilla	Atahualpa y José Gálvez	Aniegos
10	19 de Junio	Av. Quiñones – 19 de Junio	Aniegos
11	Los Manantiales	Av. Quiñones – Los Manantiales	Inundación por lluvias
12	Las Mercedes	Av. Participación – Las Mercedes	Inundación por lluvias
13	Pasaje La Marina	Av. Quiñones – La Marina	Inundación por lluvias
14	Las Orquídeas	Av. Quiñones – Las Orquídeas	Inundación por lluvias

Tomado de: Estudio de Obras Complementarias del Proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado e Instalación de PTAR de la Ciudad de Iquitos”.

“Por otro lado, en función a la información contenida en el Programa de “Mantenimiento de Principales Colectores de la Ciudad de Iquitos”, elaborado por la EPS SEDALORETO S.A, se identificaron 08 sectores de la ciudad catalogados como zonas críticas por arenamientos. Estos sectores son los siguientes” (1-pp24):

Cuadro 06: Zonas de Riesgo por Arenamiento - Iquitos

Zona de Riesgo	Sector	Tramo	Long. (m)	Seccion Interior Colector	Problema
1	Iquitos	Triangulo de las Bermudas	114.00	0.50x0.50 m	Arenamiento severo
		Prolongacion Jorge Chavez	60.00	0.50x0.50 m	Arenamiento severo
		Señor de Sipan	205.50	0.50x0.50 m	Arenamiento severo
2	Iquitos	Tahuantinsuyo	115.00	0.50x0.50 m	Arenamiento severo
3	Iquitos	La Paz	66.00	Ø = 16"	Arenamiento severo
		Cabo Pantoja	64.00	Ø = 16"	Arenamiento severo
		Pablo Rosell	31.00	Ø = 16"	Arenamiento severo
		Pablo Rosell	67.00	1.10x1.30m	Arenamiento severo
		Pablo Rosell	170.00	Ø = 24"	Arenamiento severo
4	Punchana	La Marina	205.00	0.60x0.40 m	Arenamiento severo
		La Marina	50.00	0.60x0.40 m	Arenamiento severo
		La Marina	90.00	0.60x0.40 m	Arenamiento severo
		Buenos Aires (11 Mayo)	30.00	0.30x0.60 m	Arenamiento severo
		Buenos Aires (11 Mayo)	210.00	2.40x2.05 m	Arenamiento severo
5	San Juan Bautista	Tito Chavez	180.00	Ø = 14"	Arenamiento severo
		Tito Chavez	30.00	Ø = 14"	Arenamiento severo
		Tito Chavez	25.00	Ø = 12"	Arenamiento severo
		Las Flores	55.40	Ø = 14"	Arenamiento severo
		26 de Setiembre	80.00	Ø = 12"	Arenamiento severo
		9 de Junio	40.00	Ø = 12"	Arenamiento severo
6	Iquitos	Las Castañas	30.00	0.50x0.50 m	Arenamiento severo
		Amazonas	60.00	1.50x1.00 m	Arenamiento severo
		s/n	142.00	Ø = 32"	Arenamiento severo
		Yavari	147.00	2.00x1.50 m	Arenamiento severo
7	Iquitos	Manco Capac	115.00	2.00x1.65 m	Arenamiento severo
		Las Delicias	308.00	2.00x1.65 m	Arenamiento severo
		Psj. Putumayo	60.00	2.00x1.65 m	Arenamiento severo
		Psj. Putumayo	200.00	2.00x1.65 m	Arenamiento severo
		Pevas (doble canal)	375.00	4.00x2.00 m	Arenamiento severo
		Pevas (doble canal)	262.00	4.70x2.40 m	Arenamiento severo
8	Belen	Calle 11	120.00	2.25x1.25 m	Arenamiento severo
		Psj. Rio Pastaza	36.70	2.25x1.25 m	Arenamiento severo
			3,743.60		

Fuente: Programa de "Mantenimiento de Principales Colectores de la Ciudad de Iquitos" - EPS SEDALORETO S.A

3.3.1.4. Impacto en la Salud

Los sectores ubicados más allá del límite de la cota de atención, están fuera del área de influencia del proyecto (límites de las zonas inundables), son donde existe un mayor impacto en la salud, así como las adyacentes a los grandes colectores naturales existentes siendo los afectados las madres gestantes, los ancianos y niños, quienes a falta de servicios públicos como agua y desagüe, se bañan en las aguas que discurren por las cunetas y zonas encharcadas, producto de las lluvias, la cual producen enfermedades del tipo bronco pulmonar, que son causa común de la morbilidad general en la ciudad, según lo ha establecido la DIRESA Loreto.

Claramente se ubican en los Distritos de San Juan Bautista, Belén y Punchana,

Para determinar, identificar y calificar las categorías, se están considerando los criterios mostrados en el Cuadro 15, siendo los más críticos los que determinaran la Categorización:

Cuadro 07: Factores para la Categorización

Categorización	Pendiente Promedio (rango)	Presencia de infraestructura de drenaje	Antigüedad (Años)	Superficie de rodadura de calles	Frecuencia de arenamientos	Frecuencia de inundaciones
Alto Riesgo	0 – 2 %	0 – 30%	25 – 50	Tierra/arcilla	Frecuente	Muy frecuente
Mediano Riesgo	2 < Pp <=4 %	31 – 70%	10 - 24	Empedrado, afirmado	Poco frecuente	En lluvias torrenciales
Bajo Riesgo	>4%	71% - 100%	<10	Asfaltado, Pav. Rígido	Casi nula	Casi nula

Fuente: DIRESA Loreto.

3.3.2 Alternativas Técnicas evaluadas

Se ha evidenciado problemas de inundación y/o aniegos, originadas básicamente por dos causas perfectamente definidas:

- 1°) Aquellas derivadas por problemas de colmatación y deficiente diseño de los colectores,

2°) Aquellas derivadas por el incremento del nivel de los receptores (ríos, lagos, etc.) en épocas de crecidas, que genera la descarga de los colectores, se encuentre sumergida, esto ocasiona el rebalse y el retorno de las aguas hacia los sectores bajos de la ciudad.

De la revisión del proyecto de factibilidad, se ha evidenciado que se plantea soluciones a los problemas generados por ambas circunstancias, es decir, las inundaciones generadas por eventos lluviosos, así como las generadas producto del embalsamiento del agua de esorrentía, en épocas de crecidas.

Las inundaciones generadas como producto del embalsamiento de las aguas, no necesariamente es en razón a las lluvias, es decir no es por incidencia directa de las lluvias, sin embargo, al tratarse de un problema de similares consecuencias, es que, a nivel de factibilidad, optaron por incluirla como parte del problema a resolver.

Por otro lado, se plantea que la solución técnica al Sistema de Drenaje Pluvial, funcione íntegramente por gravedad, ya que la utilización de Sistemas de Bombeo, originan elevados costos operativos y de mantenimiento, para ello, hidráulicamente se plantean la construcción de aliviaderos, trasvases, embalses de laminación, etc., en aquellas zonas donde la acumulación de aguas, debido a la insuficiente capacidad de la red existente o por encontrarse en zonas ligeramente deprimidas en relación a las zonas circundantes.

En ese sentido, “Bajo este contexto, se ha analizado la posibilidad de desarrollar tres alternativas técnicas, diferenciadas básicamente por el tipo de sistema constructivo y/o el tipo de material para la construcción de los diferentes colectores, ya sea mediante la utilización únicamente

de Sistemas con Canales de Mortero Armado, Tuberías, así como una tercera utilizando ambos materiales alternativamente” (1-pp41).

a) Sistema de Drenaje Pluvial mediante Canales de Mortero

Armado:

Respecto a la utilización de las redes en el Sistema de drenaje Pluvial, se considera la construcción de Canales de Mortero Armado, en razón a lo siguiente:

- Son socialmente de mayor aceptación por la población, debido que entre otras ventajas tiene una alta resistencia a las cargas externas,
- Se pueden diseñar y construir colectores de gran capacidad, en zonas restringidas de espacio,
- No requieren de un relleno de protección, que significa que no existe restricción de la profundidad mínima de excavación, al no requerir de un relleno de protección,
- Pueden ser construidos con el nivel de losa del techo al nivel de la rasante o encima de ella, que sirve para consolidar la calzada en esa zona y la convierte en parte del pavimento, para fines de circulación vehicular y/o peatonal.
- Se puede plantear este sistema, indiscriminadamente en cualquier sector de la ciudad, en zonas planas y otras con ciertas restricciones en función de las pendientes pronunciadas.

Sin embargo, existe limitaciones y/o desventajas, entre otras las siguientes:

- Mayores costos de construcción por ml.,
- Mayor rugosidad y movimiento de tierras,
- Menor resistencia a los asentamientos diferenciales verticales del terreno,
- Mayor tiempo de ejecución,
- Se requiere de grandes volúmenes de arena, generando un gran impacto negativo del medio ambiente.

b) Sistema de Drenaje Pluvial con Tuberías:

Si bien es cierto, la utilización de redes de tubería, genera un gran rechazo de la población, sin embargo, quizás tienen mayor eficiencia hidráulica que los canales de mortero armado.

La tubería tiene un mejor comportamiento hidráulico, menor rugosidad, rapidez de instalación, mejor resistencia a los asentamientos diferenciales, menor costo y tiempo de construcción, así como que genera un menor movimiento de tierras que un canal de mortero armado.

Las mayores desventajas de este material, es que requieren de un relleno mínimo para su protección, que es de 1.00 m. sobre la clave del tubo, lo cual limita la utilización de este sistema en zonas de pendiente mínima, en las cuales los flujos de aguas son casi superficiales, razón por la cual, una mayor profundidad de la red, conllevaría a proyectar descargas por debajo de la cota de inundación. Bajo estas consideraciones, los colectores de tuberías, serán recomendables de usarlas, en aquellos terrenos de pendientes muy superiores a la mínima, como son las zonas altas del Distrito de San Juan Bautista. Dado el caso para mayores diámetros, estas tuberías no se fabrican en nuestro país, solicitarlas a fabricantes extranjeros, el flete demandaría costos elevados, en algunos casos, mayores al costo del propio material.

Para el uso de posibles colectores de grandes diámetros, se necesita contar con grandes áreas para su almacenamiento, frente a su equivalente a un gran colector de Mortero Armado, resultando casi imposible su ejecución en algunas arterias de la ciudad, conllevando a ejecutar grandes excavaciones y por ende grandes volúmenes de tierras, mayores roturas de pavimentos, en algunos casos en su totalidad, entre otros, debe de considerarse que, en algunas arterias de nuestra ciudad, ya no cuenta con suficiente espacio.

c) Sistema de Drenaje Pluvial mediante Canales de Mortero Armado y Tuberías:

Teniendo en consideración las características topográficas heterogéneas de la ciudad de Iquitos, y teniendo en consideración lo anteriormente indicado, resulta pertinente utilizar como solución, aquella que más se adapte a la realidad de cada área de drenaje, o ambas al mismo tiempo.

La utilización de Canales de Mortero Armado, indistintamente se circunscribirá para la construcción de Colectores Principales, además de la construcción de Colectores Secundarios, en zonas de escasa pendiente, limitando la utilización de redes de tubería, para el caso de Colectores Secundarios y acometidas, en aquellas zonas de pendientes mayores a la mínima, en las cuales la colocación del mismo a mayores profundidades no afecte la eficiencia hidráulica del Sistema de Drenaje Pluvial.

En ese sentido, la solución a adoptarse para cada una de las áreas de drenaje es particular, ya que dependen básicamente de la topografía, tipo de pavimento, condiciones del tráfico, importancia de la vía, entre otros. No obstante, el Proyecto contempla diversas medidas correctoras a implementarse, en coordinación con las entidades gubernamentales correspondientes, destinadas a prever y garantizar la función del eje drenante de los caños existentes, puesto que la invasión de sus cauces origina, o mejor dicho ya es un grave problema, no solo hidráulico sino también urbanístico y social.

El impacto ambiental será positivo, en la medida que se oriente el proyecto, a mejorar directamente el sistema de drenaje pluvial, reduciendo las zonas de aniegos e inundaciones, así como también a que se disminuya la posibilidad de que parte del total de las arterias de la ciudad, puedan colapsar.

3.3.3 Descripción técnica de la solución planteada

El sistema de drenaje pluvial está constituido por Tuberías de PCV, así como Canales de mortero armado, en toda el área de influencia del proyecto, éstas “a su vez se complementarán con sumideros para la recolección del agua de lluvia y conexiones domiciliarias de desagüe pluvial en toda la red proyectada. La longitud proyectada para el sistema de alcantarillado es de 123,886.02 m, de los cuales 4,448.86 m corresponden a tuberías y 119,417.16 m de canales de mortero armado” (1-pp44).

La propuesta es de la construcción de obras de captación y drenaje de las aguas, considerando sumideros en las vías públicas, colectores principales y secundarios de canales de mortero armado, plantea el uso de tuberías de tipo PVC-U (DN 400 a 500 mm).

Se Plantea 3 tipos de Buzones de inspección de mortero armado, con diámetros variables (1.20m a 1.5 m y de profundidades de 2.00m a 3.50m.), en total 1,219 unidades para su construcción.

Se considera así mismo, la construcción de sedimentadores del tipo longitudinal, con la finalidad de retener los sólidos transportados, de donde serán retirados periódicamente.

Por otro lado, debemos mencionar que, si bien es cierto que hay infraestructura de drenaje que se van a mantener, sin embargo, muchas de estas se encuentran colmatadas de arena, razón por la cual se ha considerado dentro de la estructura del presupuesto una partida denominada “Recuperación de la capacidad hidráulica de las estructuras existentes”, la cual involucra labores de limpieza y descolmatación de redes, buzones, sumideros, etc., así como otras actividades destinadas a garantizar la operatividad de los mismos en condiciones ideales.

En el caso de la rotura de los pavimentos, para instalar canales y/o tuberías, deben considerarse los trabajos de reparación y reposición de manera total del pavimento, en las zonas donde los pavimentos

evidencien serios deterioros estructurales, conlleva a que ante una intervención de esta magnitud resultaran seriamente afectadas, en lo que se refiere a la integridad de las mismas. “Sin embargo, en lo que se refiere a las zonas pavimentadas relativamente nuevas, y cuya integridad no se vea visiblemente afectada, el Estudio de Pre Inversión a nivel de Perfil, considera la rotura y reposición de la misma, limitándose a la zona de excavación propiamente de la zanja” (1-pp45).

En lo que se refiere a las cajas de las conexiones domiciliarias, se considera la instalación de 7,031 unidades, de cajas nuevas y de igual número de conexiones a la red de drenaje pluvial, ubicándose en todas las vías de intervención en las que, se están construyendo las redes colectoras. “Debe resaltarse que cuando indicados [Sic] nuevas, esto implica en aquellos predios donde no existe la caja separativa y/o internamente dentro del predio se ha efectuado la separación de ambos sistemas” (1-pp45).

En consideración a los mayores riesgos del sistema, que es el arenamiento, se plantean estructuras de retención de material sólido particulado (sedimentadores) a lo largo de la red de colectores, equidistantes a 200 m. aproximadamente, se plantea la instalación de 1,611 unidades.

3.3.4 Identificación de Componentes del Proyecto

Componentes de Construcción

Básicamente plantea la ejecución de obras nuevas, que son necesarias para el funcionamiento del sistema, se considera su ejecución en las todas las Áreas de Drenaje, y en las zonas a Ampliar y Mejorar, dentro de las cuales son las siguientes:

- **Estructuras de Captación y Drenaje**

Son las estructuras de captación y drenaje que captan las aguas, provenientes de los vertidos del interior de las viviendas, y principalmente de las vías públicas, estas son conducidas hasta las

pág.

redes colectoras primarias y/o secundarias. Los tipos de las estructuras a considerar son las Conexiones Domiciliarias, Sumideros, Canaletas Interceptoras y las Cunetas.

- **Colectores Principales**

Este sistema de drenaje pluvial integral, considera 133 áreas de drenaje, independientes entre sí, y que corresponden a 24 Sub cuencas. “Cada una de las áreas de drenaje cuenta con colectores principales que, previamente han recibido los aportes de los colectores secundarios. Estos colectores principales están referidos a los colectores que conducirán los principales caudales como resultado de la acumulación de colectores tributarios, cuya configuración, dependerá de las condiciones locales de cada Área de Drenaje” (1-pp46). Estos colectores soportaran las condiciones futuras del servicio, de acuerdo a su capacidad, a fin de que puedan incorporarse al nuevo sistema de las áreas de Ampliación, las áreas a Mejorar y las áreas a Mantener.

En los terrenos que predominan las arcillas blandas, se construirán canales, con la losa de fondo, de mayor dimensión que el ancho de la sección normal del canal, para una mayor área de contacto y poder evitar los desplazamientos verticales de la estructura.

En los terrenos saturados, para evitar retrasos en la ejecución de la obra, se consideran equipos de bombeo de agua, protección de las paredes laterales de las excavaciones, con el tablestacado, en consideración a la profundidad de instalación de las tuberías y/o construcción de canales.

- **Colectores Secundarios**

Son proyectados para recolectar las aguas pluviales, captadas de las conexiones domiciliarias y los sumideros ubicados en las vías públicas. “Por consiguiente, se excluirán definitivamente los ingresos de aguas provenientes de los desagües domésticos, las cuales

descargarán en los colectores que actualmente vienen ejecutándose, en el marco del proyecto de “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Iquitos”¹ (Organismo Publico Infraestructura para la Productividad OPIPP-GOREL, 2012).

Se instalarán en todas las calles y avenidas de las diferentes zonas o sectores poblados urbanos del área de influencia del proyecto. Podrán ser de tuberías o canales de mortero armado, dependiendo de las condiciones la zona a ejecutar, según las características de cada Área de Drenaje.

“En aquellos tramos constituidos por terrenos en arcilla blanda en los que se construirán canales, se debe considerar la implementación de una losa de fondo de mayores dimensiones a las del ancho normal del canal, con la finalidad de conferir mayor área de contacto y evitar desplazamientos verticales de la estructura a construir” (1-pp47).

En las zonas de terrenos saturados, a fin de evitar retrasos en la obra, se consideran equipos de bombeo de agua, la protección de las paredes laterales de las excavaciones, con el tablestacado, según las características del suelo, considerando la profundidad de instalación de las tuberías y/o construcción de canales.

- **Buzones**

Se consideran 03 tipos de Buzones, el Tipo I Estándar y el Tipo II Buzones especiales.

- **Buzones estándar**

Este tipo de buzones son en total 1,143 unidades, de mortero armado, y de espesor de los muros de $e = 0.20\text{m}$, con diámetros y alturas variables, su función es de coleccionar las aguas pluviales de las redes de drenaje. Según el siguiente cuadro:

Cuadro 08: Características del Buzón Tipo estándar

Descripción	Cantidad (Und)
BUZON DE INSPECCION-TIPO I : D=1.20m, H=hasta 1.20	767
BUZON DE INSPECCION-TIPO II : Di=1.50m, H= 1.21 - 2.00m	376
	1,143

Fuente: Memoria Descriptiva del Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos"

➤ **Buzones especiales**

"En cada área de diseño de las redes colectoras secundarias se identificarán a los buzones que tienen una altura de descarga o caída con respecto al fondo de la cámara mayor a 1.00 m. para lo cual se proyecta un dispositivo de caída especial para estos casos" (1-pp48). Según el siguiente cuadro:

Cuadro 09: Características del Buzón Tipo especiales

Descripción	Cantidad (Und)
CAIDAS ESPECIALES EN BUZONES	55

Fuente: Memoria Descriptiva del Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos"

• **Conexiones Domiciliarias**

Son los elementos de recolección de las aguas pluviales desde las cajas de registro ubicadas en las veredas de las viviendas, a fin de que el usuario se conecte a ésta mediante una tubería que parte de la caja misma. Esta caja se conecta a la red por medio de una tubería de DN 160 mm, PVC. Se instalarán 7,031 nuevas cajas de registro y conexiones al nuevo sistema, estas conexiones domiciliarias están proyectadas en las zonas de terreno normal y saturados, tomando la previsión para una correcta instalación, considerando las características de las viviendas asentadas en estas zona. Para aquellas conexiones domiciliarias, cuya descarga se realice hacia tramos de canal, en cuyo caso se plantea la inclusión de dados de protección en la ubicación de los empalmes.

- **Sumideros de Recolección de Aguas de Drenaje Pluvial.**

Mediante los sumideros, se recogerán las aguas de lluvia, serán de concreto armado, se ubicarán estratégicamente en entre los cruces de calles y puntos intermedios de menor cota, entre dos cruces considerándose las pendientes, en la vereda y la acera en zonas de drenaje natural localizados en cada tramo y enlazados mediante tuberías y/o canales.

se ha determinado la construcción de 3,529 sumideros distribuidos en forma proporcional al caudal de escorrentía superficial y las longitudes de los tramos de recolección.

- **Sedimentadores**

Los sedimentadores tendrán la función de retener las partículas o *arenas que arrastran las aguas superficiales producidas por lluvias, a fin de obtener zonas de acumulación de arena de diámetro mayor a 0.2 mm.*

Se construirá dos estructuras paralelas como mínimo, para permitir la limpieza de una de las estructuras mientras la otra está operando. Están distribuidos en las 133 áreas de drenaje, de prioridad en las zonas planas con menor pendiente y los puntos bajos para así lograr captar la mayor cantidad de arena, garantizando así que el sistema de drenaje pluvial funcione correctamente y sin problemas en los colectores primarios y secundarios, apoyados por las labores de limpieza y mantenimiento del sistema.

- **Interferencias**

Son las estructuras que obstaculizan la libre ubicación de los colectores del nuevo sistema, como tales encontramos a los tendidos de cables de energía eléctrica y telefonía aéreos y subterráneos, redes de agua y alcantarillado. Están presentes en casi todas las áreas de drenaje pluvial, se consideran las redes de agua y alcantarillado, y del proyecto de *“Mejoramiento y Ampliación del*

Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Iquitos", ya ejecutado.

Las tuberías o canales que interceptan los tendidos de energía eléctrica y de telefonía, serán protegidas con 3 tipos de estructuras de las redes de agua potable, en los cruces con canales de conducción de las aguas de drenaje pluvial.

- **Impacto Ambiental**

En la mitigación del Impacto Ambiental, se plantean una serie de actividades de control y mitigación de la emisión de polvo, control de olores, mitigación de ruidos, reposición de áreas verdes afectadas por la instalación de las redes, y todo lo relacionado a la preservación y conservación del ambiente. Para controlar la emisión de ruidos, se deberá colocar silenciadores a los diferentes equipos, así como la utilización de camiones cisternas para el control de la emisión de polvo.

"Por otro lado, adicionalmente al uso de los canales de mortero armado, se usarán materiales manufacturados (tuberías), lo cual disminuirá el volumen de arena a utilizarse como insumo del mortero, así como también los tiempos de construcción" (1-pp51).

Componente de Rehabilitación

Este componente considera la ejecución de las partidas necesarias para reponer las estructuras, rehabilitación de colectores y elementos de captación que hayan sido deteriorados y/o hayan cumplido su vida útil, se tomaran las previsiones y acciones necesarias a fin de recuperar la capacidad de conducción hidráulica de los colectores ubicados básicamente en las zonas a Mantener y/o a Mejorar, que se encuentran afectados entre un 60 a 80% de su capacidad, como efecto de la acumulación de material particulado sedimentado y la falta de mantenimiento, luego de la verificación de su estado de conservación y su capacidad real de conducción, se procederá básicamente con los trabajos de limpieza, descolmatación y eliminación de material

sedimentado, apertura de ventanas para limpieza e inspección, resanes y refacciones, entre otros.

Componente de Capacitación - Sensibilización e Intervención Social.

Consiste en el desarrollo de capacidades, a fin de que contribuirá a que las labores durante la etapa de operación y mantenimiento, se den en las más óptimas condiciones y permitiendo una mayor eficiencia en la gestión. Este componente contempla:

- **“Adecuados Hábitos y Prácticas de Higiene.**

- ✓ Campañas de Educación a la Población.
- ✓ Desarrollo de Charlas en Colegios.

- **Adecuada Gestión de Mantenimiento Rutinario.**

- ✓ Capacitación en Planeamiento y Programación de Mantenimiento.
- ✓ Capacitación en Supervisión de Mantenimiento de Drenaje Pluvial.

- **Suficiente Asignación de Personal de Mantenimiento.**

- ✓ Capacitación de Personal Técnico en Labores de Mantenimiento de Drenaje” (1-pp51).

Como objetivo final se contempla la obtención de la licencia social donde la población acepta el proyecto, participa en todas las etapas y practica los buenos hábitos de higiene y cuidado ambiental.

3.3.5 Parámetros técnicos básicos

Se ha considerado de una sola alternativa de solución para resolver el problema planteado por el drenaje pluvial de la ciudad de Iquitos, esta constituye una solución más idónea, a fin de evitar posibles anegamientos en las zonas orográficamente más deprimidas, donde hay perjuicios ya sea sobre el tráfico vial y/o por el malestar para el propio vecindario.

Identificación y descripción de las Áreas de Intervención

Áreas de Drenaje:

Son las áreas a intervenir que sirven de base para ejecutar este estudio, definiéndose un total de 133 áreas de drenaje en toda el área de influencia del proyecto, definidas y determinadas por las líneas cumbres que forman el perímetro de las zonas drenadas por los cauces y/o caños que posteriormente serán los canales de desagüe hacia los ríos Itaya, Nanay o el lago de Moronacocha.

“Esta metodología de delimitación es clara y precisa cuando el relieve es ondulado y/o accidentado, pero cuando la orografía es prácticamente llana, como ocurre en diversas partes de la ciudad (especialmente en la zona norte), la delimitación de las Áreas de Drenaje es muy difícil de establecer, debido a que existen muchos puntos bajos que, en sí mismos, no son indicadores de ser vértices de pequeñas depresiones, ya que pueden haberse formado entre otros, con motivo de la ejecución de obras de movimiento de tierras. En tal sentido, en estas zonas es prácticamente imposible determinar y definir las subcuencas de captación y líneas divisorias de aguas, no pudiéndose precisar a ciencia cierta el recorrido y el punto de destino de las escorrentías, por lo que se han localizado y contrastado con inspecciones visuales en momentos de lluvia, observando la dirección que adoptan las escorrentías” (1-pp53).

“En el diseño se ha tenido en cuenta que las áreas de influencia sean las combinaciones de subcuencas tanto naturales como artificiales, según sea la modificación realizada en la rasante por la apertura de calles o también el relleno de estas, tanto sean necesarias para el desarrollo urbanístico de la zona que inicialmente no ha tenido una guía técnica” (1-pp54).

Actualmente existe gran parte de cauces naturales que discurren dentro de la periferia del casco urbano, algunos han sido canalizados, y en muchos otros casos han ocupado los terrenos adyacentes a estos, y restringen significativamente la sección del cauce del desagüe, generando grandes problemas, tanto sociales, así como de saturación y restricción hidrológica.

Para enmarcar el “presente proyecto se determinó que la ciudad de Iquitos presentará al año horizonte del proyecto tres (03) tipos de áreas de intervención: Áreas a mejorar, Áreas a mantener y Áreas a ampliar” (1-pp54), las cuales presentan las siguientes características:

a.1) Áreas a Mantener

Se denominan de esta manera, por predominar con colectores de drenaje mixto, siendo de canales de mortero y tuberías de PVC. Discurriendo bajo este sistema mixto (aguas residuales y aguas pluviales) “generalmente utilizando tuberías de PVC, en períodos cercanos (15 últimos años). En estos casos se ha considerado no intervenir con los colectores secundarios ni principales, debido a que cumplen con la sección hidráulica necesaria para conducir las aguas de lluvia, es así como su nombre indica estas áreas se mantendrán tal como están” (1-pp54). “Adicionalmente se está considerando una partida realizar actividades de recuperación de la sección hidráulica para aquellos elementos que se encuentran arenados, con estos trabajos, se lograra restablecer la sección original la capacidad hidráulica del canal existente” (1-pp54).

Son Áreas se encuentran focalizadas en la parte Norte de la ciudad, con mayor incidencia en el Distrito de Punchana, y de mediana a baja incidencia en los Distritos de Iquitos y San Juan Bautista. Así mismo, en el Distrito de San Juan Bautista, existen sistemas de drenaje relativamente nuevos, “que datan de aproximadamente 07 años, donde el Fondo Ítalo Peruano y el Gobierno Regional de Loreto, en cofinanciamiento con la Municipalidad Distrital de San Juan Bautista, ejecutaron la Obra de Alcantarillado San Juan Bautista Etapa I, Etapa II y Etapa III, cuyas áreas de influencia están definidas como Zonas a Mantener” (1-pp55).

a.2) Áreas a Mejorar.

Se denomina así a las zonas donde predominan los colectores que han sobrepasado su vida útil, y que están en mal estado de conservación o están al borde del colapso. Son las zonas más

antiguas de la ciudad, en donde se han construido en una buena parte las denominadas gambotas. En estas zonas, se “plantea ejecutar el reemplazo solamente de aquellos elementos que se encuentran en mal estado de conservación o en su defecto hayan colapsado, lo cual implica en algunos casos la construcción de redes, buzones de registro y conexiones domiciliarias nuevas, aun cuando el problema que se presenta es el hecho de que los usuarios deberían ejecutar obras de separación de redes en el interior de sus domicilios, a fin de independizar las descargas para aguas servidas de las de aguas pluviales” (1-pp55), siendo éste un proceso poco probable y con un alto contenido de incertidumbre, pero que “en el marco de la ejecución del Proyecto de “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Iquitos”, ya fue contemplado, toda vez que se ha diseñado una caja para conexión domiciliaria especial (caja separadora) que reemplaza a la existente, contando con una particularidad, que es, de orientar las aguas servidas hacia el nuevo colector cuando no llueve y, cuando se presente una fuerte precipitación un pequeño porcentaje de la descarga domiciliaria se orienta al sistema sanitario en construcción y la otra mayor proporción continuará descargando al sistema de alcantarillado existente, que a partir de la culminación del proyecto sanitario en ejecución, se convertirá en un sistema para transportar exclusivamente aguas pluviales” (1-pp56). En este escenario, y con un sistema que no estaría operativo al 100%, no garantiza una solución efectiva a la separación de las aguas residuales de las pluviales. “De esta manera el proceso de separación interna de ambas redes, será un proceso paulatino, en la medida en que los usuarios voluntariamente lo ejecuten, o sean obligados mediante edictos u otro documento similar emitido por los Gobiernos locales, al momento de solicitar la Licencia de Construcción de edificaciones nuevas, remodelaciones, rehabilitaciones, etc.” (1-pp56).

Se han identificado zonas, en que los sistemas de drenaje existentes, que captan las aguas pluviales y aguas residuales, y que en su

mayoría son tuberías, que no cuentan con la adecuada sección hidráulica, por lo que “se ha optado por diseñar redes colectores [Sig] secundarios también en dichos tramos, de tal forma que conduzcan las aguas pluviales y descarguen al colector principal más cercano. Así mismo dentro de esta clasificación, se encuentran las 14 zonas de riesgo que actualmente se encuentran en ejecución*, como parte de las Obras Complementarias del Proyecto de “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Iquitos”, en cuyos sectores no se intervendrán en forma integral, sino en forma complementaria” (1-pp59).

Estas áreas están focalizadas en “la zona antigua de la ciudad, y que comprende las jurisdicciones de los Distritos de Iquitos ,Belén [Sic] y parte de Punchana, donde predominan las alcantarillas en base a gambotas, las cuales por su antigüedad están al borde del colapso” (1-pp59).

a.3) Áreas a Ampliar.

Son las áreas pobladas, en zonas no inundables, no cuentan con el servicio de alcantarillado. Se intervendrá con un diseño del sistema de alcantarillado pluvial en su integridad.

Están localizadas en “la parte Sur de la ciudad, e implica aproximadamente un 82% de la jurisdicción del Distrito de San Juan Bautista, delimitada entre la calle Oscar Iván (en el sector El Terminal) y el límite de la jurisdicción de los AA.HH. Rio Mar, Anita Cabrera, entre otros” (1-pp57). Además, cuenta con zonas de futura expansión y las zonas inundables.

a.4) Zonas Inundables

En estas zonas inundables, implica grandes dificultades a que “el problema es de carácter múltiple, es decir, no sólo se trata de resolver el problema de las aguas pluviales, existen otros asociados (como el levantamiento de rasantes) que implican un tratamiento especial”¹ (Organismo Publico Infraestructura para la Productividad

OPIPP-GOREL, 2012). Estas zonas son producto de invasiones no autorizadas legalmente por las autoridades, que pasado el “tiempo, en algunos casos logran sus respectivas autorizaciones municipales y servicios básicos de agua y energía eléctrica fundamentalmente” (1-pp57).

La implementación del sistema de drenaje en estos sectores, requiere soluciones innovadoras y no convencionales, dado que las continuas variantes de los niveles del agua, condiciona a los pobladores modifiquen o rellenen el nivel (cota topográfica) de su residencia. Considerando “erróneamente que, levantando el nivel de la rasante de las calles, se puede resolver el problema del alcantarillado pluvial, cuando en la realidad lo que se necesita es levantar el nivel de piso de las viviendas” (1-pp58).

Se ha definido que las redes de alcantarillado pluvial, el nivel de servicio es 88.50 msnm. En consideración a que corresponde a los niveles máximos de crecida del río con período de retorno de 10 años.

3.3.6 Gestión del Servicio

Para una Gestión de servicio eficiente, es de vital importancia la participación de los Gobiernos Locales, afín de garantizar el mantenimiento y operación de los Sistemas de Drenaje Pluvial. Sin embargo, muy a pesar que la Gestión del Servicio le compete al Gobierno Local, en la ciudad de Iquitos esta labor la ha venido cumpliendo prácticamente la EPS SEDALORETO S.A, en razón que siendo de su responsabilidad directa, la Gestión del Servicio de Desagüe, pero al tratarse de una red unitaria de desagüe y drenaje pluvial, implica que asume la responsabilidad, no directamente por el drenaje pluvial, sino por la infraestructura de aguas servidas

La Empresa EPS SEDALORETO, consigna el cobro por el servicio de alcantarillado; y realiza un mantenimiento deficiente del mismo, asignando mayor atención de estos recursos al servicio de suministro del

servicio de agua potable. Esta falta de asignación de recursos económicos para su ejecución, ha generado un deterioro paulatino y progresivo del sistema.

La normativa asignada en la Ley N° 27972, Ley de Orgánica de Municipalidades, establece como función específica compartida de las Municipalidades Provinciales y Distritales, el “Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio del agua potable, alcantarillado y desagüe”.

Muy a pesar que existe un directorio que involucra a todos los Gobiernos de la ciudad de Iquitos, sin embargo, no existe participación directa, de las Municipalidades Distritales de Belén, San Juan Bautista y Punchana en esta empresa, quienes tienen también, la responsabilidad compartida de encargarse de la Operación y Mantenimiento del Drenaje Pluvial de Iquitos. Ante esta situación, es necesario proponer e implementar disposiciones referidas a la responsabilidad para la Operación y Mantenimiento, estableciéndose de forma preliminar a la Municipalidad Provincial de Maynas.

Es de imperiosa necesidad la ejecución del proyecto de drenaje pluvial, toda vez que viene afectando la salud de la población, así mismo de las infraestructuras tanto públicas y privadas, seguridad, medio ambiente y garantías respecto al desarrollo de las actividades productivas. Estos factores afectan directamente la calidad de vida de las personas.

Durante el transcurso de todo este tiempo, no ha existido ninguna intención de solucionar el problema en forma integral, habiéndose limitado los intentos a solucionar problemas puntuales, sin tener en cuenta la solución en forma integral.

Los Gobiernos locales, en el desarrollo de su Gestión, se han limitado a promover la ejecución de obras de pavimentación y drenaje pluvial, dentro de sus jurisdicciones, en la cual se han limitado a diseñar sistemas de drenaje pluvial que abarca solo la zona de influencia de dichos proyectos, sin tener en consideración del aporte del resto de la sub

cuencas y cuencas, lo cual se ha visto traducido en colectores con secciones insuficientes, práctica que se ha visto acentuada por la carencia de un Plan Director de Drenaje Pluvial.

3.3.7 Factores de Riesgo

La identificación de los factores de riesgo y vulnerabilidad, es de mucha importancia, la que permite establecer los parámetros de solución a los mismos en las zonas de intervención. Los aspectos a considerar en cada una de ellas son:

- ✓ “Sedimentación de finos y materiales sólidos, en zonas de pendientes promedios bajas entre 0 al 2%.
- ✓ Falta de programas de mantenimiento, ya que las limpiezas debieran ser periódicas, como máximo cada 06 meses.
- ✓ Inundaciones de sectores poblacionales por rebalsamiento a la descarga en los ríos, en épocas de crecidas.
- ✓ Irrespeto a la intangibilidad de los cauces naturales, obstruyendo su curso normal, el 100% de los cursos naturales en la zona urbana se encuentra en calidad de propiedad privada.
- ✓ Incremento del caudal de escorrentía por la disminución de la capacidad de retentividad del suelo al incrementarse las zonas pavimentadas y disminución de áreas verdes, ya que cada vez disminuyen las áreas verdes y se incrementa las áreas pavimentadas” (1-pp40).

CAPÍTULO IV

Resultados:

Bajo el análisis y las consideraciones tomadas en cuenta durante el desarrollo de la Evaluación y el Diagnostico, se obtuvo los siguientes resultados:

Impacto Sociales y Ambientales Negativos Identificados

Si no se toman las previsiones del caso, para la ejecución de proyecto integral de drenaje pluvial, pueden generar conflictos en la población, por desestimar la ejecución de este proyecto de gran magnitud. Debe tomar en cuenta las experiencias negativas vividas durante la ejecución del proyecto del Alcantarillado Sanitario ejecutado con anterioridad, debido entre otros a, los movimientos de tierras, afectación a las áreas verdes, generación de ruidos y polvo, generación de olores fétidos, congestión vehicular, deterioro de las pistas por vehículos que transportan agregados, mayor tiempo en la ejecución de la obra, comercios paralizados. Para contrarrestar esta situación, el proyecto de drenaje pluvial debe considerar las mejoras en todos estos aspectos, aquí señalados, a fin de tener un impacto social positivo.

En el siguiente cuadro, entre otros, podemos señalar los siguientes:

Cuadro 10: Identificación de Tipo Impactos Social y Ambiental Negativos

IDENTIFICACION DE TIPO IMPACTOS SOCIAL Y AMBIENTAL NEGATIVOS			
ASPECTO AFECTADO	TIPO DE AFECTACION	MEDIO DE MITIGACION	OBSERVACIONES
TRAFICO	RESTRICCION DE LA CIRCULACION VEHICULAR Y PEATONAL	<ul style="list-style-type: none"> • USO DE SISTEMAS DE EXCAV. SIN ZANJA • USO DE CANALES PREFABRICADOS 	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de sistemas de construccion de conductos, que no impliquen excavacion de zanjas, no produce ningun tipo de restriccion del transito • El uso de sistemas prefabricados reduce considerablemente los plazos de ejecucion.
	DETERIORO DE VIAS PUBLICAS	<ul style="list-style-type: none"> • USO DE SISTEMAS DE EXCAV. SIN ZANJA 	El uso de sistemas de construccion de conductos, que no impliquen excavacion de zanjas, no genera la necesidad de romper el pavimento para la ejecucion de zanjas
AMBIENTE	EMISION POLVO (POLUCION)	<ul style="list-style-type: none"> • USO DE SISTEMAS DE EXCAV. SIN ZANJA • USO DE CANALES PREFABRICADOS 	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de sistemas de construccion de conductos, que no impliquen excavacion de zanjas, no produce ningun tipo de polvo • El uso de sistemas prefabricados reduce considerablemente el porcentaje de emision de polvo, ya que las obras se ejecutan en un corto plazo
	EMISION DE RUIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • USO DE SISTEMAS DE EXCAV. SIN ZANJA • USO DE CANALES PREFABRICADOS 	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de sistemas de construccion de conductos, que no impliquen excavacion de zanjas, produce escaso ruido • El uso de sistemas prefabricados reduce considerablemente la emision de ruidos, ya que las obras se ejecutan en un corto plazo
ECONOMIA	PERDIDAS ECONOMICAS	<ul style="list-style-type: none"> • USO DE SISTEMAS DE EXCAV. SIN ZANJA • USO DE CANALES PREFABRICADOS 	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de sistemas de construccion de conductos, que no impliquen excavacion de zanjas, no interrumpe las actividades economicas o comerciales. • El uso de sistemas prefabricados reduce considerablemente la necesidad de interrumpir por tiempos prolongados, la circulacion peatonal y vehicular
SEGURIDAD	MAYOR RIESGO EN OBRAS	<ul style="list-style-type: none"> • USO DE SISTEMAS DE EXCAV. SIN ZANJA 	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de sistemas de construccion de conductos, que no impliquen excavacion de zanjas, implica una menor exposicion al peligro a los peatones y a los trabajadores, toda vez que no habra zanjas donde los trabajadores se ven expuestos a derrumbes

Fuente: Elaboración Propia

4.1 Red de Drenaje Pluvial Existente

En la ilustración, se detalla la cobertura de las redes de este sistema de redes existentes, la cobertura del 50.07%, repartidas en las jurisdicciones de las ciudades de Iquitos, Punchana y Belén

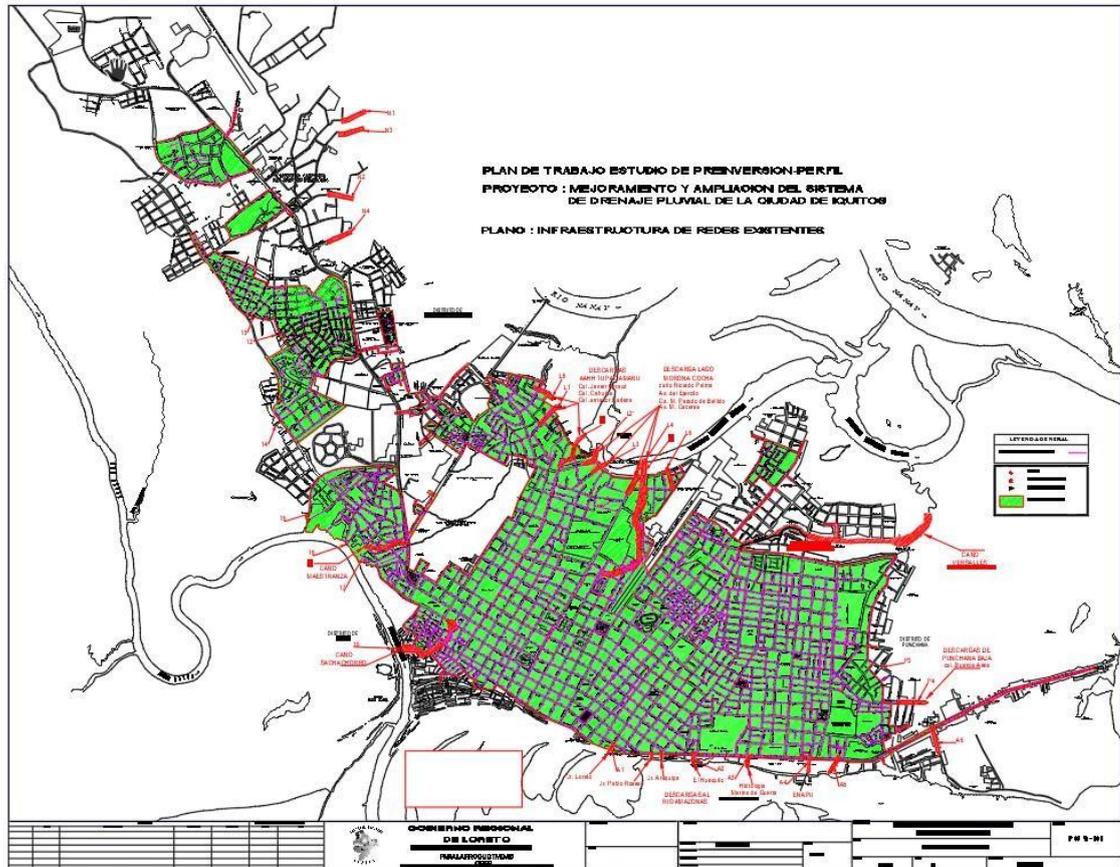
En el Distrito de San Juan Bautista, la cobertura es baja, con 17.27%. este sistema unitario o mixto, está conformada por conductos de diferentes tipos, secciones y materiales; predominan las redes tipo gambotas, canales de mortero armado y tuberías (concreto, acero y PVC).

Redes Existentes:

Este proyecto de Drenaje Pluvial Integral, se basa en la información de las redes existentes en el área de estudio, permite identificar las interferencias, estado de conservación, capacidad de la sección hidráulica, zonas o puntos de descarga, clasificación por tipo y material, antigüedad, cobertura, tipos de pavimentos, conexiones domiciliarias, etc. Además, se efectuó la revisión de los elementos existentes de las redes subterráneas de Telefonía, Cable, etc. (según información enviada de Sedaloretto, Telefónica, Claro, Cable Visión, gobiernos locales, etc. Esta información debe de solicitarse nuevamente a estas entidades, a fin de realizar la actualización del proyecto.

Se efectuó un diagnóstico puntual de la problemática de la red pluvial existente, a fin que las soluciones propuestas en el Estudio de Pre inversión a nivel de Factibilidad del proyecto denominado “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”, sean las más adecuadas y convenientes para solucionar el problema.

Figura 11: Plano General de Redes Existentes.



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

Zonas de Arenamiento y Riesgo:

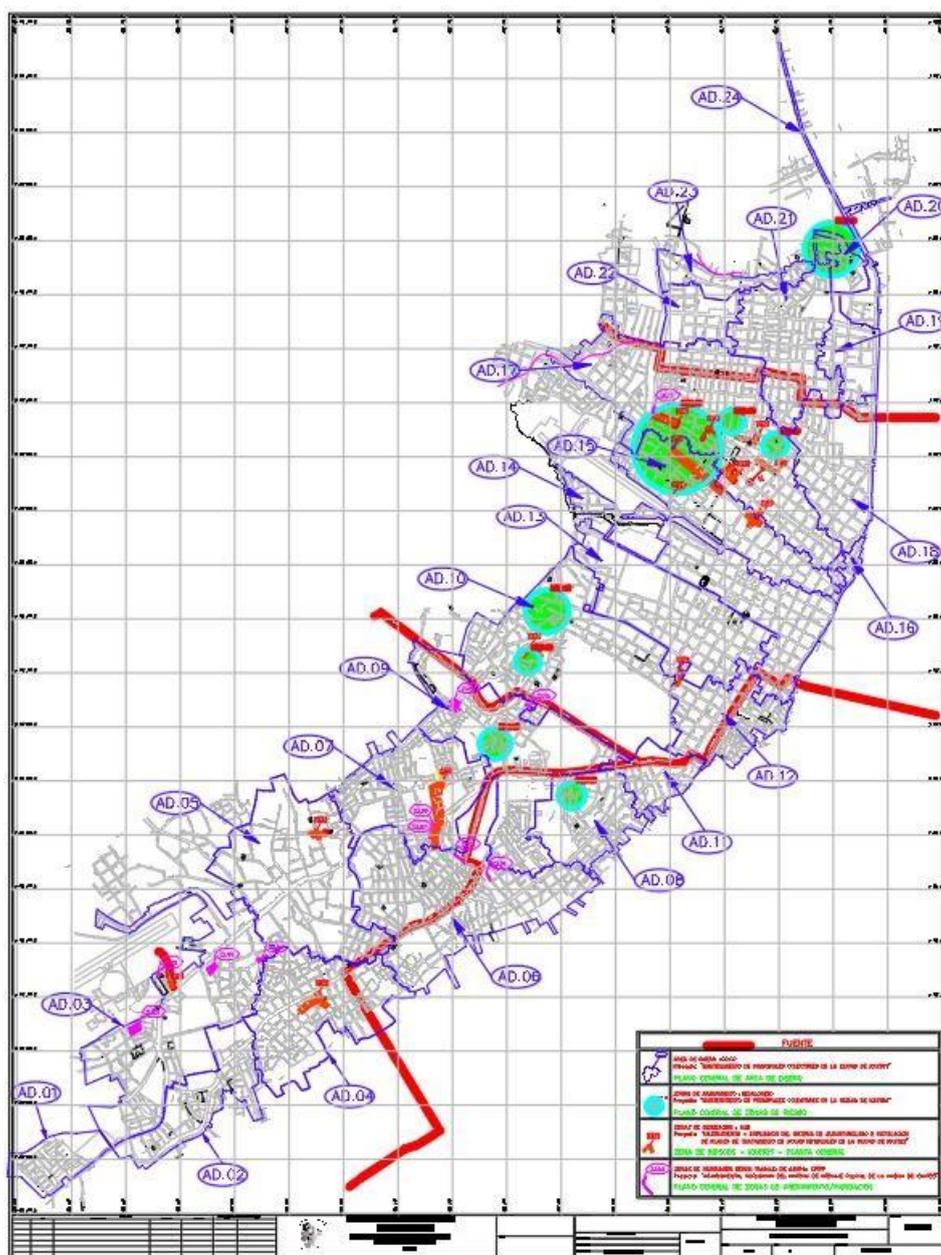
Se identificaron plenamente las zonas o áreas de mayor riesgo y vulnerabilidad a los peligros de erosión, inundación, arenamiento y contaminación, ubicadas dentro de la zona urbana del área de influencia del proyecto y las que se encuentran en zonas más bajas de la ciudad, o inundables (zonas de mayor riesgo y vulnerabilidad). La EPS Sedaloreto presento 14 zonas y en los trabajos de campo se identificaron 11 zonas adicionales más, que permiten crear alternativas a los planes de mitigación y optimizar la evacuación eficiente de las aguas pluviales. Esto implica en generar una buena calidad de vida de los pobladores, saneamiento ambiental permanente. Las mismas que deben de estudiarse nuevamente en la actualización del proyecto.

La ilustración, de las zonas de riesgo y las zonas de arenamiento, identificadas en los trabajos de campo y de la información presentadas por Sedaloreto, serán

estudiadas en cada caso de manera particular, y que requieren su inmediata intervención. Esto ha permitido conocer el comportamiento del agua en estos sectores, a fin de evaluar y monitorear los efectos de la lluvia y priorizar las obras y el mantenimiento del sistema de drenaje urbano.

las ilustraciones ampliadas por distrito, se están presentado en la parte de los anexos

Figura 12: Plano General de Zonas Vulnerables y de Riesgo.



Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos".

4.2 Red de Drenaje Pluvial Proyectada

El Sistema de Drenaje Pluvial estará compuesto de tuberías PCV, canales de mortero armado en toda la extensión del proyecto, la longitud proyectada para el sistema de alcantarillado es de 123,886.02 m, de los cuales 4,448.86 m corresponden a tuberías y 119,417.16 m de canales de mortero armado., las ilustraciones ampliadas por distrito, se están presentado en la parte de los anexos.

Tipos de Soluciones

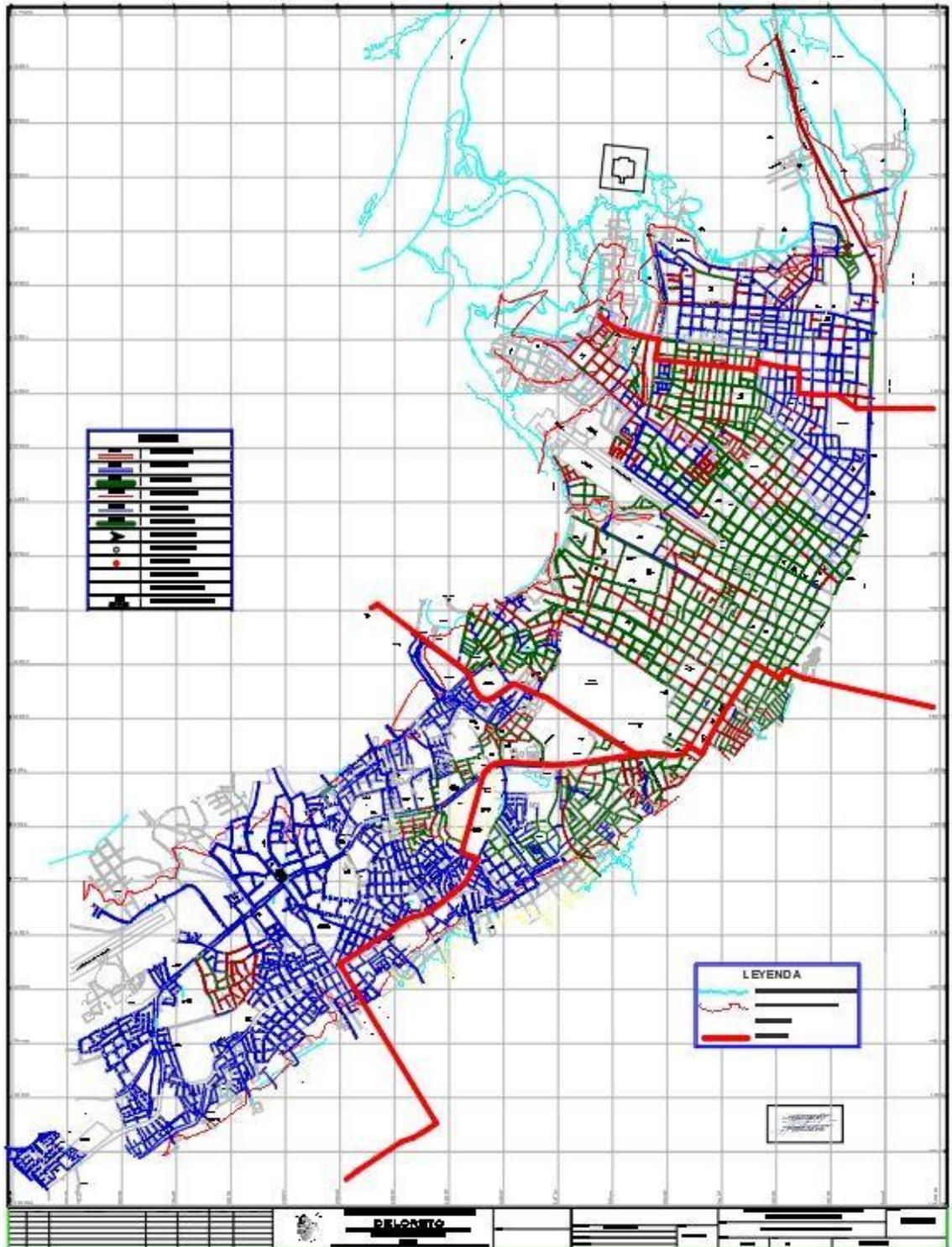
El presente cuadro, muestra las propuestas planteadas en este proyecto

Cuadro 11: Identificación de Tipo de Propuesta Técnica

IDENTIFICACION DE TIPO DE PROPUESTA TECNICA			
TIPO ESTRUCTURA PROPUESTA	ESPECIFICACION	PROPUESTA TECNICA	OBSERVACIONES
TUBERIAS	TUBERIA PVC, HDPE, ETC	TUBERIAS CIRCULARES	EN ZONAS CON PENDIENTES ALTAS
	TUBERIA SISTEMA "SIN ZANJA"	CIPP - Tuberia Polimerizada in situ	EN ZONAS CON PAVIMENTOS NUEVOS, ZONAS COMERCIALES Y DE ALTO TRANSITO VEHICULAR. CERO MOVIMIENTO DE TIERRAS, IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL NO SIGNIFICATIVO
		COMPACT PIPE - Insercion con previo dobaldo de tubo	
		PIPE BURSTING - Rompimiento canalizaciones	
CANALES DE M°A°	CANAL SISTEMA CONVENCIONAL	CANAL DE M°A°	SIN RESTRICCION
	CANAL PREFABRICADOS	CANALES PREFABRICADOS DE M°A°	EN ZONAS COMERCIALES Y DE ALTO TRANSITO, ZONAS CENTRICAS DE LA CIUDAD, BAJO IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL
VIA CANAL	VIA CANAL	VIA CANAL	EN ZONAS INUNDABLES O DE PENDIENTES MINIMAS
CANAL EMISOR SUBFLUVIAL	VALVULA ANTIRETORNO TIPO FLAP	VALVULA FLAP	EN DESCARGAS SUMERGIDAS

Fuente: Elaboración Propia

Figura 13: Plano General de Redes proyectadas del Drenaje Pluvial.



Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos".

4.3 Áreas de Drenaje Incorporadas

Áreas de Intervención:

Cuadro 12: Criterios de Selección Tipo de Intervención Identificados

CRITERIOS DE SELECCIÓN TIPO DE INTERVENCIÓN IDENTIFICADOS				
AMBITO GEOGRAFICO	PARAMETRO	TIPO DE INTERVENCIÓN	CRITERIOS	LOCACION
Áreas dentro de Cota de Atención	Con Redes Pluviales existentes	Mantener	Estructuras existentes que cumplan los siguientes requisitos: 1) Buen estado de conservación 2) Adecuada sección hidráulica No habrá ningún tipo de Intervención.	Sectores básicamente ubicados en las jurisdicciones de los distritos de Iquitos y Punchana (Zona antigua de la ciudad).
		Mejorar	Estructuras existentes que serán reemplazadas, y que cumplan lo siguiente: 1) Mal estado de conservación 2) Sección hidráulica insuficiente	Sectores básicamente ubicados en las jurisdicciones de los distritos de Iquitos, Punchana, Belén y San Juan Bautista.
	Sin redes	Ampliar	Se considero la construcción de estructuras de drenaje nuevas	Sectores básicamente ubicados en la jurisdicción del distrito de San Juan Bautista.
Áreas Inundables	-	Sin Intervención	No se considero como parte del proyecto porque se encuentra por debajo de la cota de atención.	Sectores básicamente ubicados en las jurisdicciones de los distritos de Iquitos, Punchana, Belén y San Juan Bautista.

Fuente: Elaboración Propia

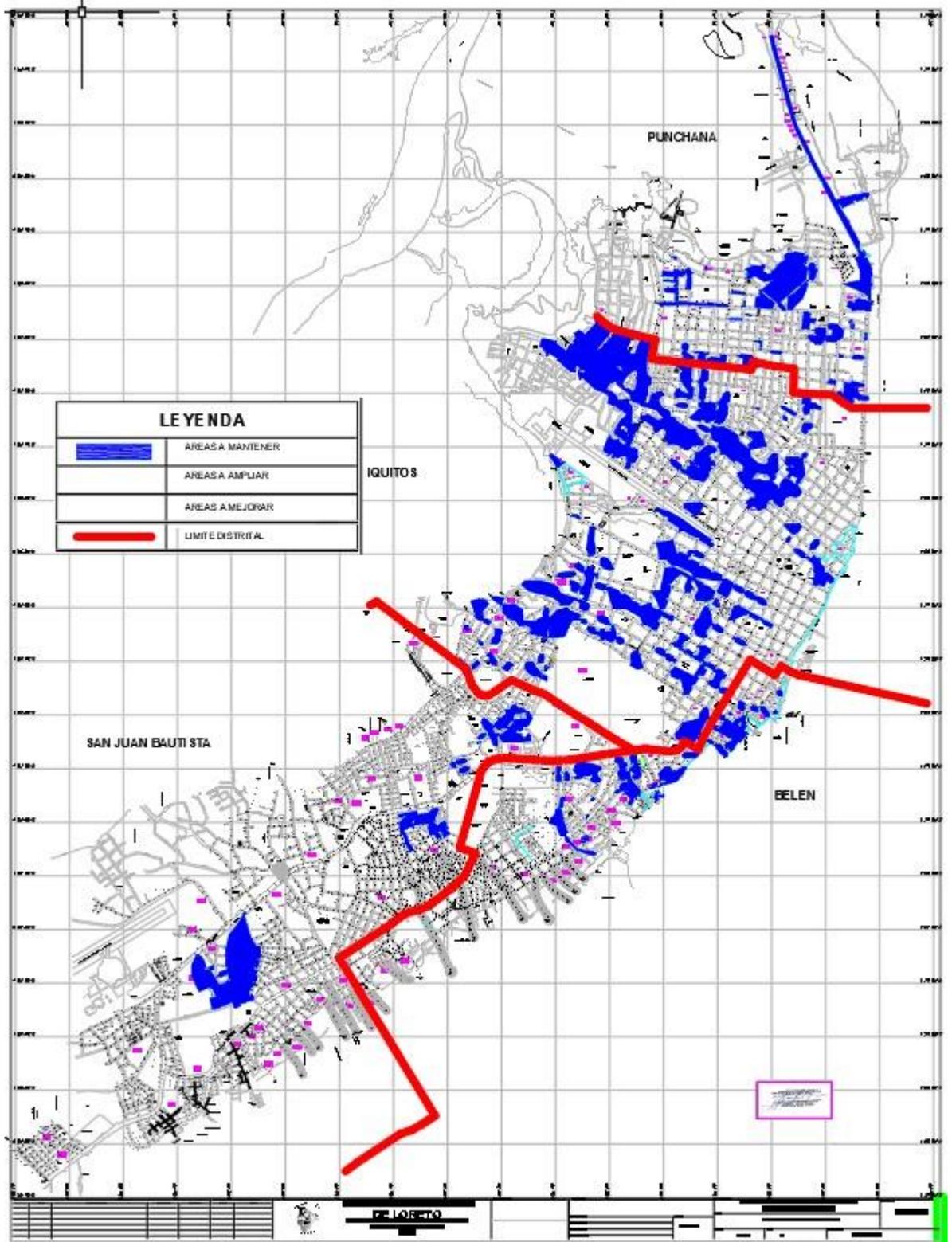
Áreas de Drenaje Incorporadas del Proyecto del Drenaje Pluvial Planificada

Las ilustraciones siguientes, muestran gráficamente todas las Áreas de Drenaje que han sido previamente evaluadas e incorporadas en el proyecto del Sistema de Drenaje Pluvial, de las cuales son:

Áreas a Mantener

Incorpora a los Sectores que presentan buenas condiciones sus estructuras del sistema y sus elementos que lo conforman, cumplen con los parámetros técnicos mínimos del diseño del nuevo sistema de Drenaje Pluvial, las ilustraciones ampliadas por distrito, se están presentando en la parte de los anexos.

Figura 14: Plano General de las Áreas a Mantener del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

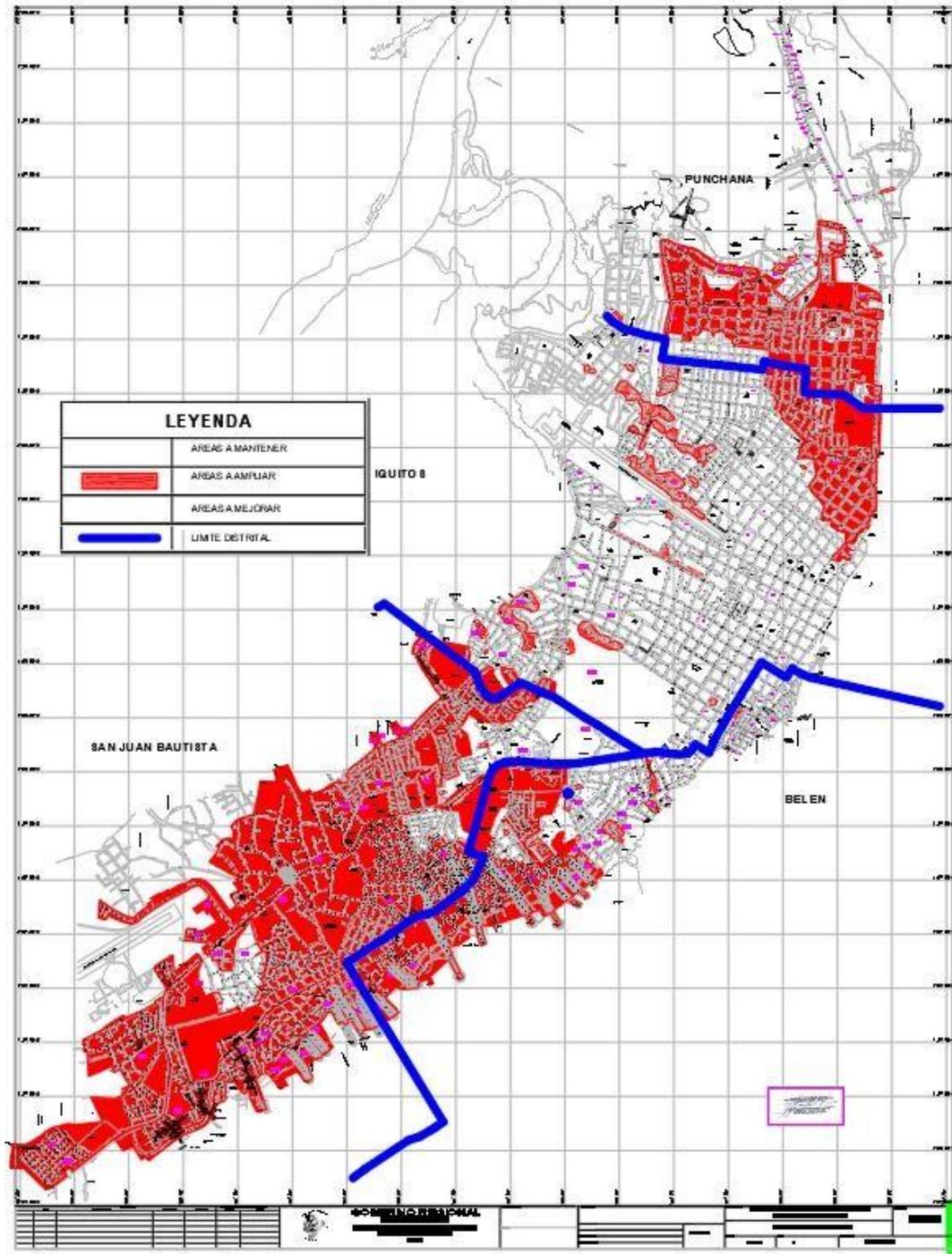


Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”.

Áreas a Ampliar

Incorpora a los Sectores que no cuentan o no existe redes en su sistema de Drenaje Pluvial.

Figura 15: Plano General de las Áreas a Ampliar del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”.

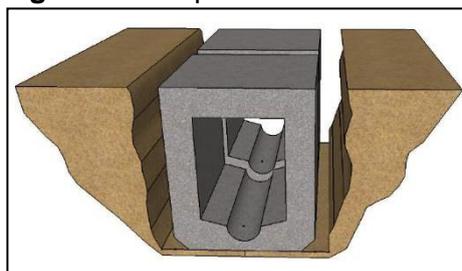
Áreas a Mejorar

Se Incorporan donde existen zonas que el sistema está en mal estado y/o colapsado, y que deben demolerse y remplazarse, hay estructuras en buenas condiciones, pero que no cumplen los parámetros técnicos mínimos del diseño, por lo que deben demolerse (se pueden anexar al nuevo sistema, como mejora y de optimización de los caudales de diseño)

En consideración a todos estos factores negativos anteriores, se ha considerado las soluciones de sistemas No convencionales (Tecnologías nuevas). Estas tecnologías tipo Perforaciones Horizontales (insertar tubos de gran diámetro), "Sin zanja", que representan altos costos iniciales, pero si comparamos con todos los problemas que se generan como el caso del alcantarillado, es rentable, se proponen las siguientes:

- **Alcantarillas Prefabricadas**

Figura 16: Esquema de Alcantarillas Prefabricadas



Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos".

- **Rehabilitación de colectores Sistema Sin Zanja**

- **CIPP** Tubería polimerizada en situ.

Figura 17: Esquema de Tubería polimerizada en situ



Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos".

- **COMPACT PIPE** Inserción con previo doblado de tubo

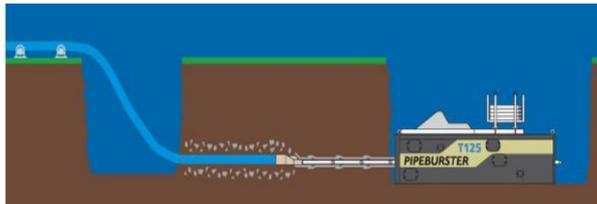
Figura 18: Esquema de Inserción con previo doblado de tubo



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”.

- **PIPE BURSTING** Rompimiento canalizaciones

Figura 19: Esquema de Rompimiento canalizaciones



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”.

- **Válvulas Antirretorno tipo FLAP** en las Descargas Sumergidas

Figura 20: Esquema de Válvulas Antirretorno tipo FLAP en las Descargas Sumergidas



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”.

Otra de las soluciones, complementariamente a las anteriores, como las implementadas en el Reino de los Países bajos (Holanda, Rotterdam, etc.) que son funcionales para mitigar los efectos de las lluvias e inundaciones, y que representan una de las partes de la solución al problema, entre otras, presentamos las siguientes:

- **Plaza y Estacionamiento público multifunción**

Cumplen una función tradicional de esparcimiento, pista de patinaje y teatro, y a la vez, tienen la capacidad de acopiar el agua y evitar que la ciudad se inunde (plantas a desnivel).

Figura 21: Estacionamientos públicos y Plazas de recreo y esparcimiento, como una solución multifuncional.



Fuente: Municipalidad de Rotterdam

- **Techos verdes**

Figura 22: Plazas de recreo y esparcimiento, como una solución multifuncional



Fuente: Municipalidad de Rotterdam

La decisión de transformar los techos de los edificios en espacios verdes, para que funcionen como esponja para absorber agua, a la vez que constituyen un espacio natural, de refrigeración, aislamiento natural y lugar para cultivar alimentos.

- **Polders**

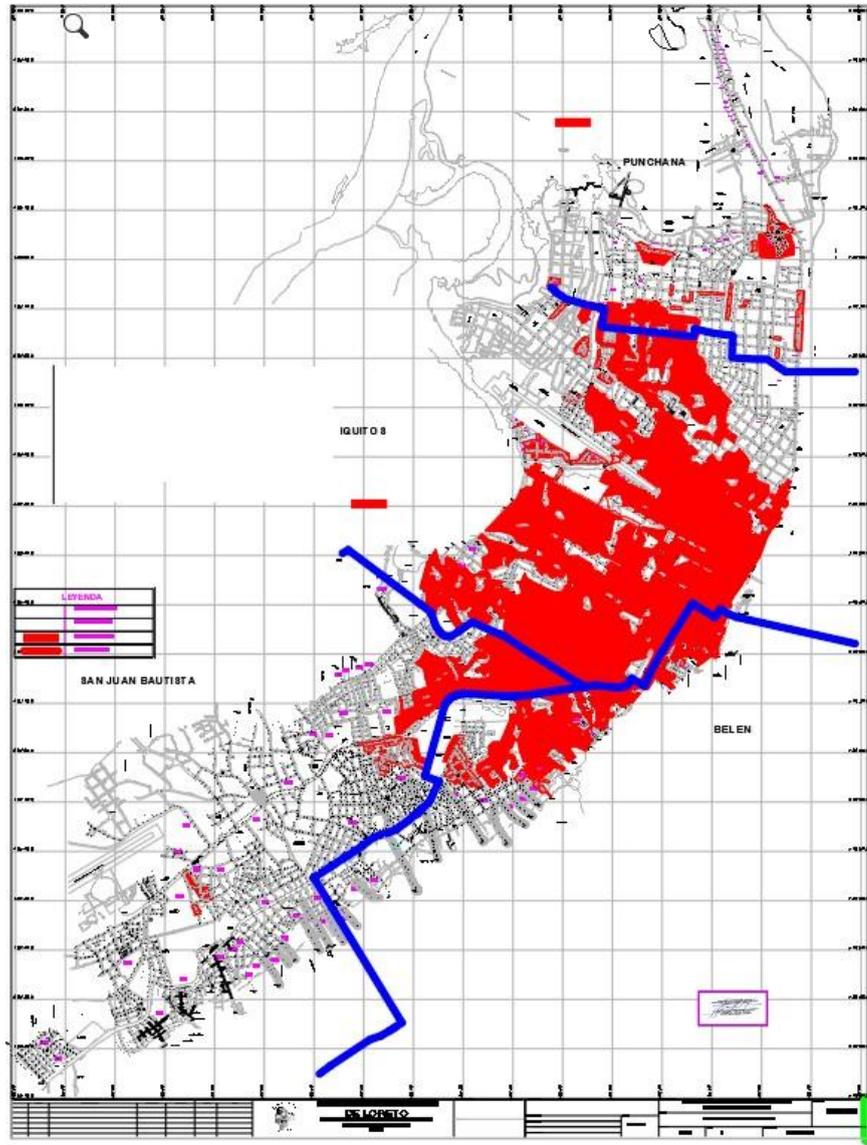
La técnica de los Polder, consisten en aislar mediante diques una porción de tierras inundadas (por el mar), bombear el agua, dragar el suelo y desecarlo y crear una red de canales para controlar los cauces pluviales y protegerse de las inundaciones.

Figura 23: Polder y esquema de ubicación



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=T8286rhZ-a0>

Figura 24: Plano General del Áreas a Mejorar del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

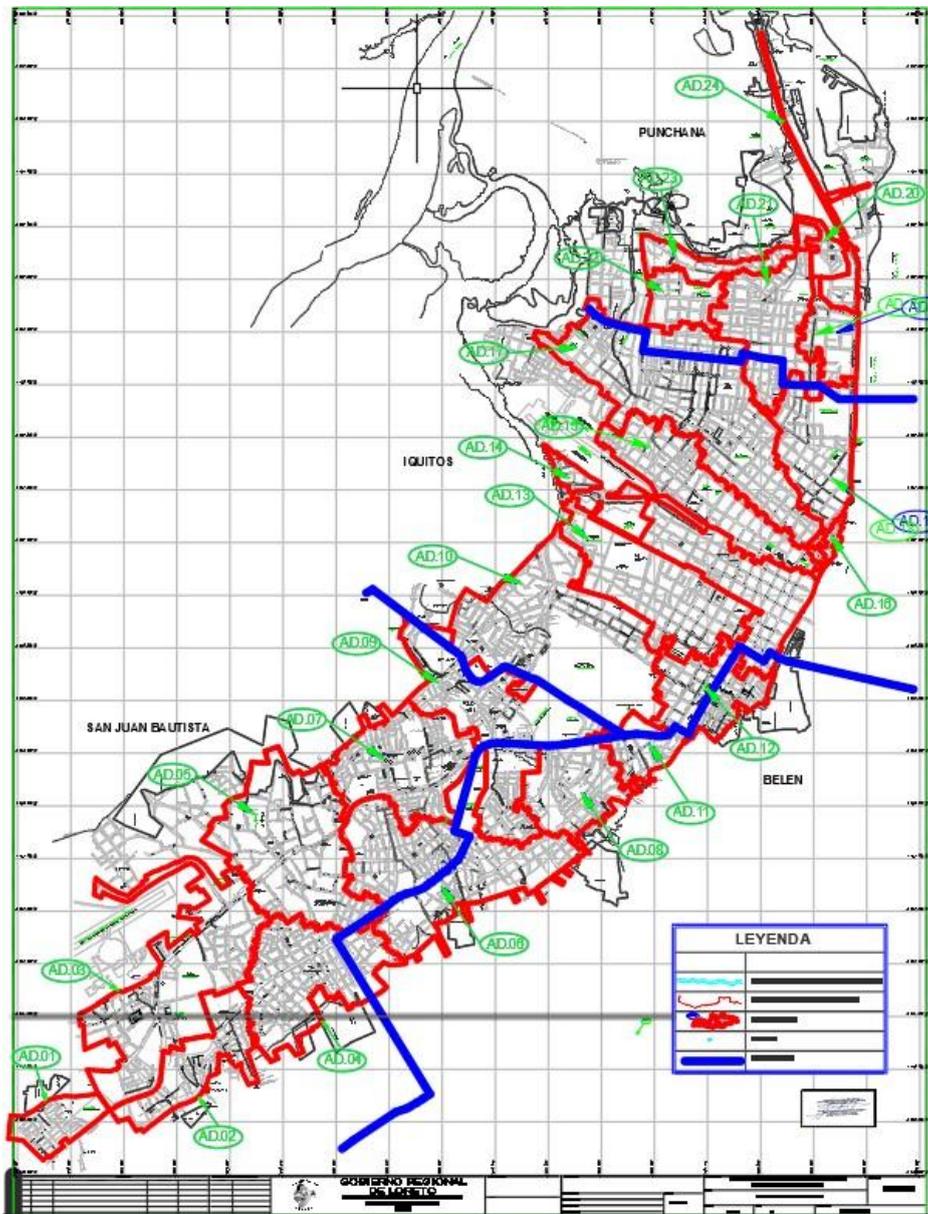
4.4 Caracterización de las Cuencas

La determinación de las cuencas de aportes o áreas de drenaje de este proyecto, se consideran que, tanto los aportes y caudales vertidos de cada una de ellas están bien definidas y determinadas por sus características topográficas naturales y urbanas (en algunos casos, en las zonas planas, es muy difícil de establecer determinar y definir las subcuencas de captación y líneas divisorias de aguas). Se definieron 133 áreas de drenaje en toda el área de influencia del

proyecto. En consideración a esto, se determinó los tipos de intervención, Áreas a Mejorar, Áreas a Mantener y Áreas a Ampliar.

Las ilustraciones siguientes, muestran gráficamente la caracterización de las áreas de Drenaje y las subcuentas, de todas las Áreas de Drenaje que han sido consideradas en el proyecto del Sistema de Drenaje Pluvial, las ilustraciones ampliadas por distrito, se están presentado en la parte de los anexos.

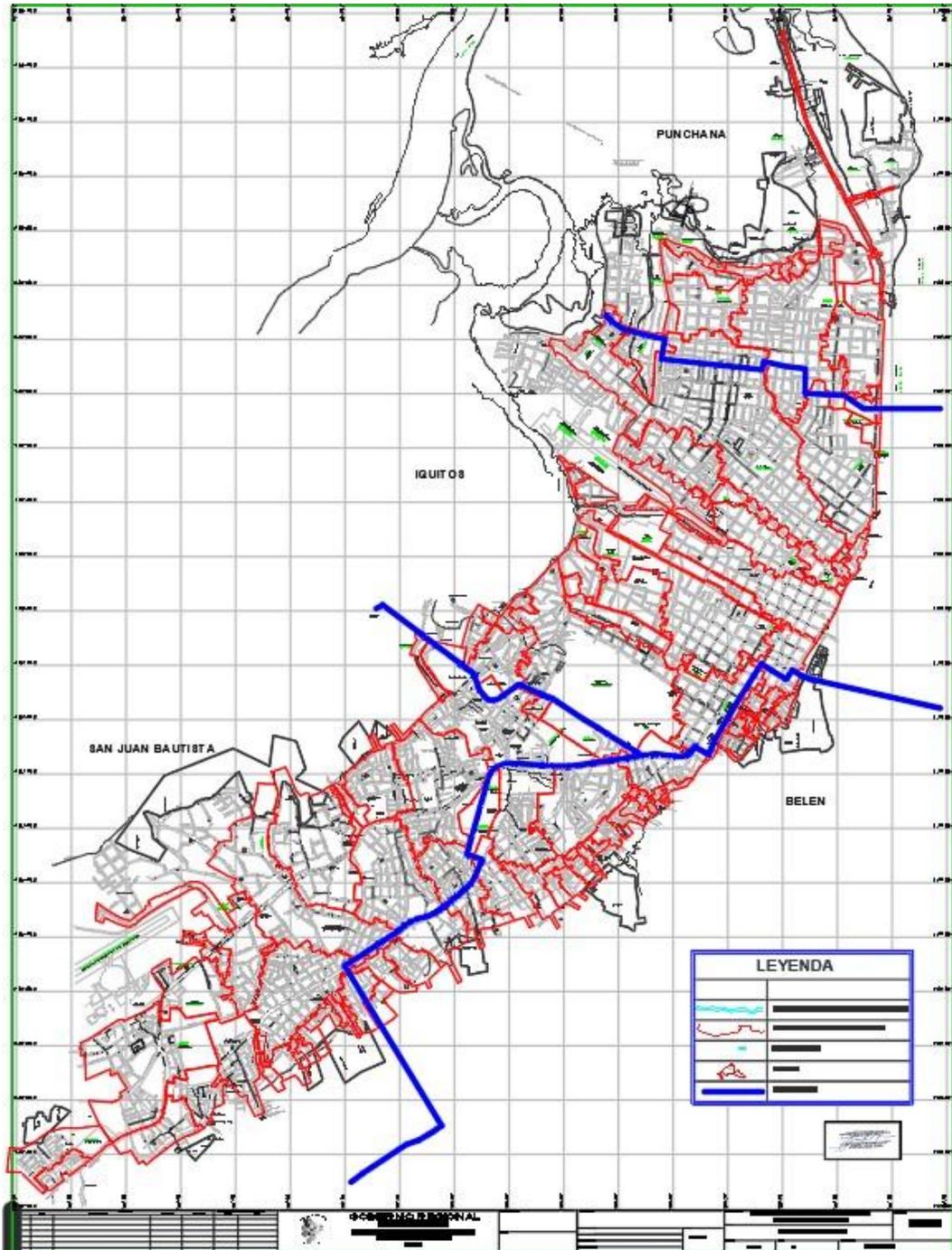
Figura 25: Plano General de las Áreas de Drenaje o cuencas del Área de Influencia del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

Caracterización de las áreas de Drenaje Pluvial (133 áreas)

Figura 26: Plano General de las Subcuencas del Área de Influencia del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”.

4.5 Calificación de Componentes

Cuadro 13: Identificación de los Componentes Estructurales

COMPONENTES ESTRUCTURALES					
COMPONENTE ESTRUCTURAL			OBSERVACIONES		
COMPONENTES DE CONSTRUCCION	Estructuras de Captación	Conexiones Domiciliarias	Sistemas Convencionales		
		Sumideros			
		Buzones			
		Sedimentadores			
		Canaletas Interceptoras			
	Estructuras de Conducción	Emisores	Uso de Elementos Prefabricados y Tecnologías de Sistemas Sin Zanja	COMPACT PIPE Inserción con previo doblado de tubo	
		Colectores Principales		PIPE BURSTING Rompimiento de canalizaciones	
		Colectores Secundarios (Subcolectores)		Alcantarillas Prefabricadas	
		Acometidas	Sistemas convencionales		
		Cunetas.			
Canal Vía					
Estructuras de Evacuación	Aliviaderos	Sistemas convencionales			
	Pozos de disipación de energía				
Interferencias	Redes de Agua y Desagüe, Redes de cables de energía Eléctrica y Telefonía; Aéreos y Subterráneos	Sistemas convencionales			
Disposición final.	Descargas	Válvulas Antirretorno tipo FLAP en las Descargas Sumergidas			
COMPONENTES DE REHABILITACION	Componente de Rehabilitación y/o Reposición	Rehabilitación de colectores	Uso de Tecnologías de Sistemas Sin Zanja	COMPACT PIPE Inserción con previo doblado de tubo	
		Rehabilitación elementos de captación		PIPE BURSTING Rompimiento de canalizaciones	
		Reposición de estructuras		Alcantarillas Prefabricadas	

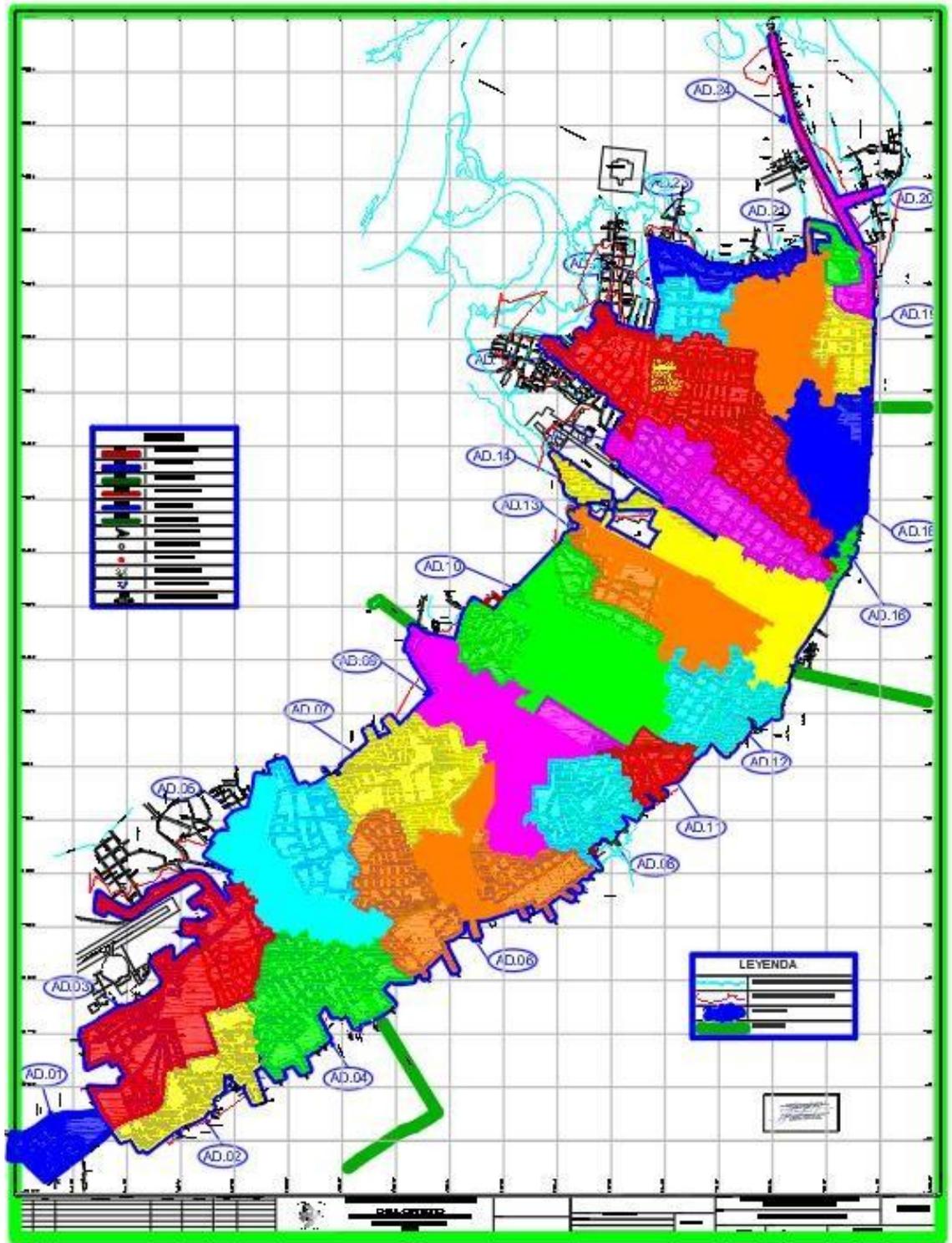
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 14: Identificación de Problemas - Soluciones

IDENTIFICACION DE PROBLEMAS - SOLUCIONES				
PROBLEMA IDENTIFICADO (Qué?)	CAUSA PROBABLE (Porque?)	SOLUCION PROPUESTA (Como?)	FUNCION (Para que?)	OBSERVACIONES
Problemas de Sedimentación	Bajas pendientes en las zonas relativamente planas	Instalación de Desarenadores a @ 200 mts.	Retener sólidos en suspensión, para evitar sedimentación y colmatación de conductos pluviales.	Se están considerando en aquellos Sectores Críticos de arenamiento, con escasa Pendiente. Requiere un área considerable. No garantiza su funcionalidad.
Problemas de inundación, estancamiento de aguas.	Escasa pendiente, zonas en depresión, alteración de cauces naturales, deficientes diseños, colmatación de colectores, crecidas de ríos, etc.	Instalación de Tuberías de PVC, en colectores secundarios.	Conducir y descargar adecuadamente los flujos de agua.	Se están considerando su instalación en zonas con pendientes pronunciadas. Es una solución que tiene cierto rechazo social
	Escasa pendiente, zonas en depresión, alteración de cauces naturales, deficientes diseños, colmatación de colectores, crecidas de ríos, etc.	Instalación de Canales de M ² A ² , en colectores Primarios y secundarios.	Conducir y descargar adecuadamente los flujos de agua.	Se están considerando su instalación sin distinción de zonas. Es la solución más conocida localmente, y es la que tiene mayor aceptación social.
	Escasa pendiente, zonas en depresión.	Instalación de Vías Canales.	Conducir y descargar adecuadamente los flujos de agua.	Se están considerando su instalación en zonas con pendientes inferiores a la mínima, o cuya cota de descarga está por debajo del colector principal, en caso de que se opte por tubería o canales de mortero armado.
Problemas de colapso de estructuras existentes	Antigüedad, degradación por agentes microbianos de aguas servidas, etc.	Reemplazo por conductores de tubería PVC, Canales de M ² A ² , Vías Canal.	Conducir y descargar adecuadamente los flujos de agua.	Se evidencia principalmente en la zona central y "antigua" de la ciudad de Iquitos
Aguas Pluviales contaminadas con aguas servidas	Acometida domiciliar emitida descarga única para aguas servidas y pluviales	Instalación de Cajas Separativas	Separar temporalmente aguas servidas y pluviales, conducción de aguas servidas a la red separativa de desagüe, y el exceso, que ocurre durante los eventos pluviales, hacia el sistema de al red pluvial.	El proyecto de Drenaje Pluvial, no considera la instalación de las cajas separativas, si no que integra dichas cajas, instaladas por el proyecto de Desagüe Sanitario, como parte del sistema de drenaje pluvial propuesto. Estas cajas son una solución temporal, por lo que a mediano o largo plazo, debe implementarse disposiciones para que éstas se adecuen como sistemas independientes.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 27: Plano General Áreas de Drenaje (24 Áreas).



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

4.6 Sustentación de tipos de Componentes

A nivel funcional, este estudio involucra a los componentes Estructurales del Sistema, así como también, a los elementos No Estructurales, que conjuntamente garantizan su operatividad y eficiencia durante su periodo de servicio.

Cuadro 15: Ventajas y Desventajas de los Tipos de Conductos Pluviales

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE CONDUCTOS PLUVIALES		
TIPO CONDUCTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CANALES DE MORTERO ARMADO	<ul style="list-style-type: none"> • Socialmente, es el sistema que mayor aceptación. • Alta resistencia a las cargas que transmite el pavimento • No existe restricción en lo que se refiere a la prof. de excavación • No requieren de un relleno de protección • Se puede modular y/o definir su configuración geométrica • Se puede prefabricar en obra • Se puede utilizar a nivel de rasante como parte de la calzada . • Se pueden construir colectores de gran capacidad en reducidos espacios 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor tiempo para su construcción • Mayor costo de construcción • Mayor rugosidad • Mayor movimiento de tierras • Menor resistencia a los asentamientos diferenciales del terreno • Poca resistencia a la acción erosiva • Mayor impacto negativo al medio ambiente.
TUBERIA	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor comportamiento hidráulico • Mayor eficiencia hidráulica • Menor rugosidad • Rapidez de instalación • Mejor resistencia a los asentamientos diferenciales dada su flexibilidad • Menor costo y tiempo de construcción • Menor movimiento de tierras • Mayor tiempo de vida útil. • Menor impacto negativo al medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Socialmente, es el sistema que menor aceptación tiene en la población, ante una falsa percepción de baja resistencia, poca duración y escasa capacidad de conducción. • Baja resistencia a las cargas que transmite el pavimento. • La tuberías de grandes dimensiones no se fabrican en nuestro país, por lo que el flete demandaría un mayor costo. • Necesidad de contar con grandes espacios para colocar colectores principales de tuberías. • Requieren de un relleno mínimo de protección de 1.00 m. sobre la clave del tubo según lo establecido en la NORMA O.S 060 del RNE, lo cual resulta muy limitante.

Fuente: Elaboración Propia

Componente Estructural:

Se están considerando como tales, a las necesarias obras nuevas para el funcionamiento del sistema, se considera su ejecución en las zonas básicamente denominadas a Ampliar y/o Mejorar, que son donde se construirán las mencionadas infraestructuras, dentro de las cuales son:

Componentes de Construcción

Básicamente plantea la ejecución de obras nuevas, dentro de las cuales se presentan las siguientes:

Estructuras de Captación y Drenaje

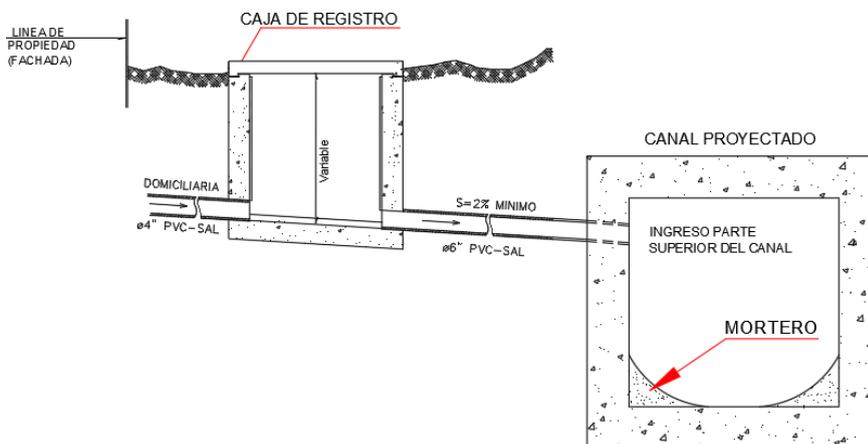
- Para captar las aguas, del interior de las viviendas, y principalmente de las vías públicas, que serán conducidas hasta las redes colectoras primarias y/o secundarias.

Los tipos de estructuras son:

- **Conexiones Domiciliarias**

Están acondicionadas para que el usuario se conecte a ésta mediante una tubería que parte de la caja misma.

Figura 28: Esquema de conexiones domiciliarias a los Colectores

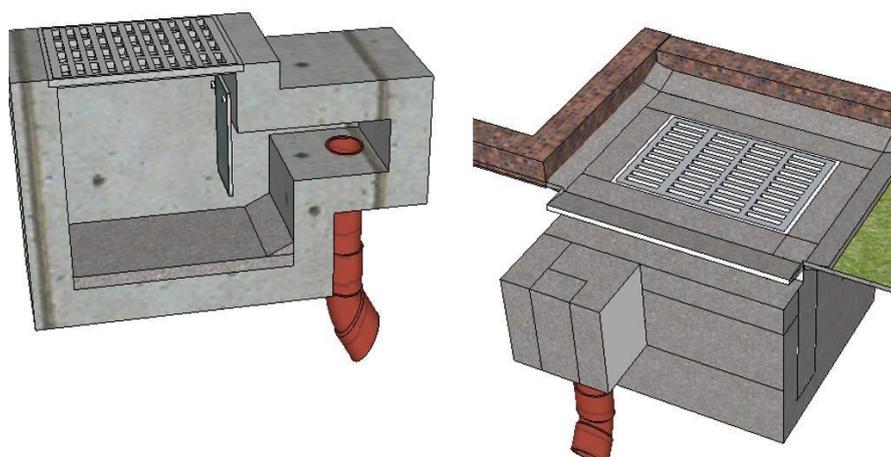


Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos"

- **Sumideros de Recolección de Aguas de Drenaje Pluvial.**

A través de estos se recogerán las aguas de lluvia, serán de concreto armado, provistas de rejilla metálica. Se ubicarán estratégicamente entre la vereda y la calzada en zonas de drenaje natural, localizados en cada tramo y enlazados mediante tuberías y/o canales.

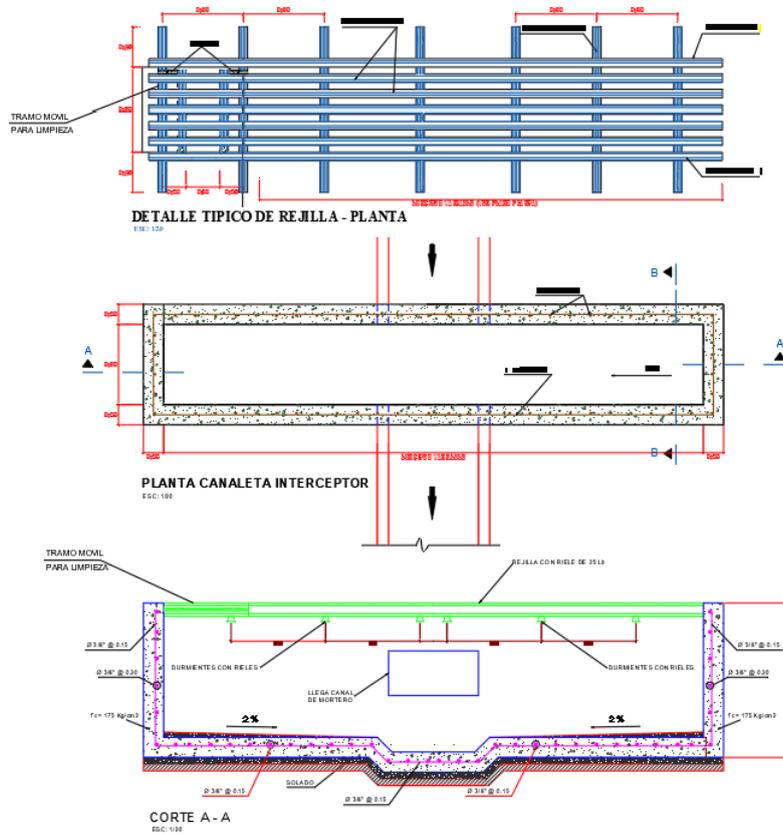
Figura 29: Esquema de sumidero típico



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos"

- **Canaletas Interceptoras**

Figura 30: Esquema de Canaletas Interceptoras



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos"

Cunetas.

Elementos longitudinales, generalmente ubicadas en ambos lados de la vía, para transportar las aguas de lluvia y de diversos tipos.

- **Colectores Principales y Secundarios**

Los principales son los de mayor tamaño en la red y representan la parte medular del sistema de drenaje. Los colectores secundarios, se han proyectado para recolectar las aguas pluviales, captadas desde las conexiones domiciliarias y de los sumideros ubicados en las vías públicas.

Figura 31: Esquema de distribución de Redes y Tuberías del nuevo sistema

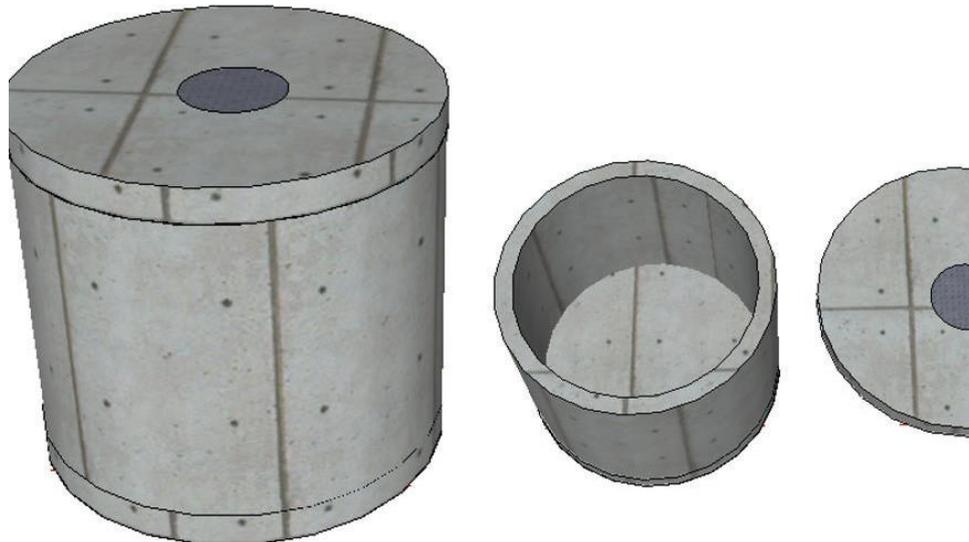


Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

- **Buzones**

Se han considerado 03 tipos de Buzones, del tipo estándar y especiales

Figura 32: Esquema de Buzones típicos

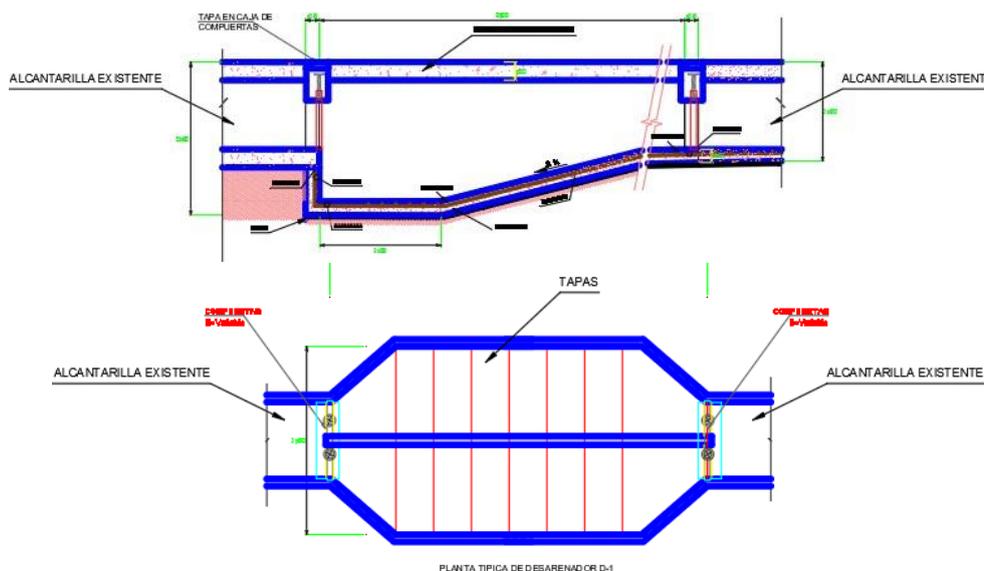


Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

- **Sedimentadores**

Estructura diseñada para retener la arena que traen las aguas superficiales producidas por lluvias, son diseñadas para permitir la remoción total de estas partículas.

Figura 33: Esquema de Sedimentadores



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

- **Interferencias**

Se consideran como elementos de interferencia a los cables de energía eléctrica, redes de agua y alcantarillado y redes de telefonía.

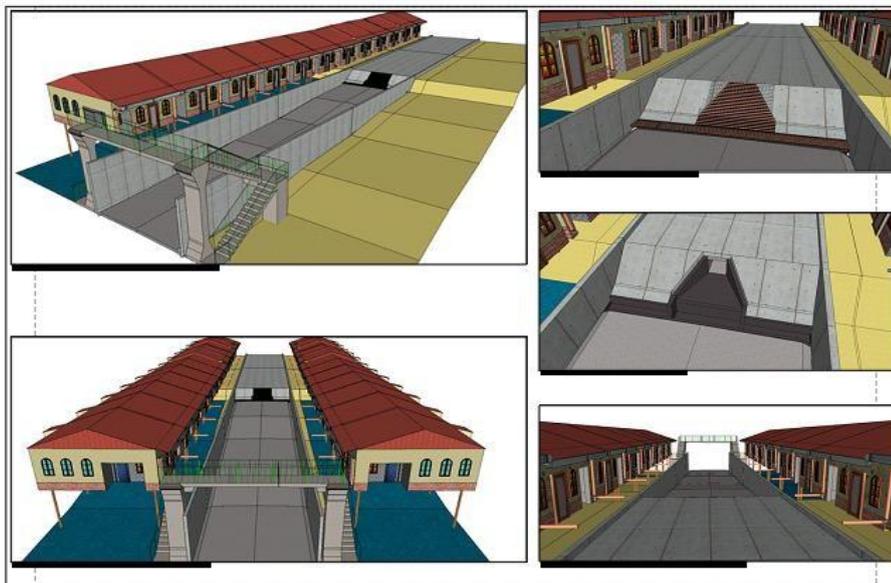
Figura 34: Reubicación de Postes de Concreto



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

- **Canal Vía**

Figura 35: Esquema de Canal Vía



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

- **Impacto Ambiental**

Durante las actividades del proceso se proponen cumplir con el control de: emisión de polvo, control de olores, mitigación de ruidos, dentro de los máximos permisibles normados; así como la reposición de áreas verdes afectadas por la instalación de las redes, además de todo lo relacionado con la preservación y conservación del ambiente.

Figura 36: Aspectos Negativos del manejo y cuidado del Medio Ambiente



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

Componente de Rehabilitación

Se consideran como tales, a todas las partidas necesarias para reponer las estructuras, rehabilitación de colectores y elementos de captación que hayan sido deteriorados y/o hayan cumplido su vida útil, así como también se tomaran todas las previsiones y acciones necesarias a fin de recuperar la capacidad de conducción hidráulica en aquellos colectores ubicados básicamente en las zonas a Mantener y/o a Mejorar.

Figura 37: Aspectos Positivos del manejo y cuidado del Medio Ambiente



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

Componente de Capacitación - Sensibilización e Intervención Social.

Este componente, está referido al desarrollo de capacidades, factor bastante importante, toda vez que contribuirá a que las labores durante la etapa de operación y mantenimiento, sean más llevadera, permitiendo una mayor eficiencia en su gestión.

Como objetivo final se contempla la obtención de la licencia social donde la población acepta el proyecto, participa en todas las etapas y practica los buenos hábitos de higiene y cuidado ambiental.

Componentes No Estructurales

Versa principalmente en la implementación de planes que garanticen la operatividad y el servicio de las estructuras en el tiempo. En ese sentido, se denomina componentes no estructurales a las que, mediante reglamentaciones, sirven para prevenir los problemas propios de la hidrología urbana, así tenemos, entre otros, los siguientes:

Cuadro 16: Componentes No Estructurales

COMPONENTES NO ESTRUCTURALES			
COMPONENTE NO ESTRUCTURAL		OBSERVACIONES	
COMPONENTES DE CAPACITACION - SENSIBILIZACION E INTERVENCION SOCIAL	Adecuados Hábitos y Prácticas de Higiene.	Campañas de Educación a la Población. Desarrollo de Charlas en Colegios.	El Sistema de Drenaje Pluvial no debe entenderse solamente como el conjunto de estructuras destinadas a captar, conducir y evacuar las aguas de lluvia hacia un cuerpo receptor, sino también, como el conjunto de acciones, procedimientos y normativas destinadas a regular, operar y mantener el mismo.
	Adecuada Gestión de Mantenimiento Rutinario.	Capacitación en Planeamiento y Programación de Mantenimiento. Capacitación en Supervisión de Mantenimiento de Drenaje Pluvial.	
	Suficiente Asignación de Personal de Mantenimiento.	Capacitación de Personal Técnico en Labores de Mantenimiento de Drenaje	
PLANES DE OPERATIVIDAD Y SERVICIO DE LAS ESTRUCTURAS DURANTE EL SERVICIO	Planificación Urbana	Conjunto de Instrumentos Técnicos y Normativos a fin de ordenar el uso del suelo y regular su transformación y conservación	
	Ordenamiento territorial	Conjunto de Acciones para implementar una ocupación ordenada y un uso sostenible del territorio	
	Normativa e institucionalidad.	Regula o rige los planes a través de los gobiernos locales	
	Régimen tributario para soporte del sistema.	Contribuciones a través de Impuestos	
	Programas de registro del régimen de lluvias	A través de Estaciones de Medición de Precipitaciones, control de Temperatura, Humedad relativa y Radiación	
	Programas de capacitación y educación poblacional.	A fin de mejorar la Productividad y el Aprendizaje	
	Plan Director de Drenaje Pluvial.	Establece las Políticas de Planificación sostenibles a largo plazo	

Fuente: Elaboración Propia

METAS DEL PROYECTO:

Cuadro 17: Metas de la Etapa de Perfil y Factibilidad

TABLA DE COMPARACION DE METAS (PERFIL Y FACTIBILIDAD)			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	UND	CANTIDAD PARA PERFIL	CANTIDAD PARA FACTIBILIDAD
• TOTAL A MEJORAR Y AMPLIAR	Km	123.86	339.40
✓ Red de Canales de mortero armado fabricados en situ	Km	119.41	40.64
✓ Red de Canales de mortero Pre fabricados	Km	0.00	167.35
✓ Red de Tuberías PVC o HDPE	Km	4.45	119.94
✓ PIPE BURSTING (Sistema sin Zanja)	Km	0.00	11.30
✓ COMPACT PIPE (Sistema sin Zanja)	Km	0.00	0.18
• TOTAL A MANTENER (Recuperación de sección hidráulica de canales y tuberías existentes)	Km	6.74	48.08

Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

Valor de la inversión (Comparativo)

Cuadro 18: Costos de la Etapa de Perfil y Factibilidad

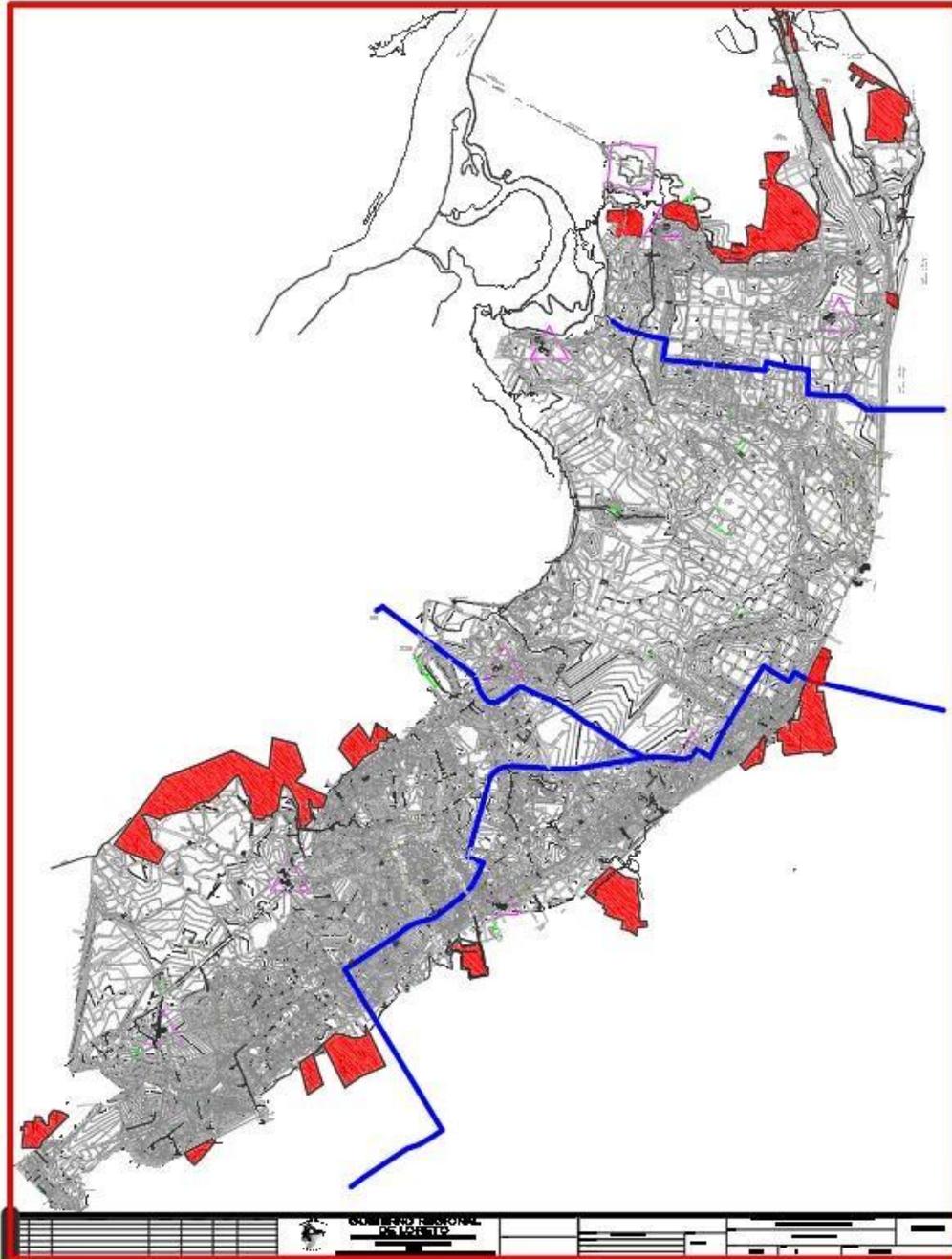
Costo en la etapa de Perfil		Costo en la etapa de Factibilidad	
Costo Directo	S/. 284,731,127.86	Costo Directo	1,036,865,884.35
Gastos Generales Obra	S/. 44,006,334.74	Gastos Generales	155,529,882.67
Utilidad	S/. 28,473,112.79	Utilidad	103,686,588.46
IGV	S/. 64,297,903.57	IGV	233,294,823.99
Total	S/. 492,827,320.49	Total	1,529,377,179.42

Fuente: Elaboración propia

Topografía base del Proyecto

Los estudios básicos de Topografía fueron tomados del proyecto de “Mejoramiento y Ampliación del Sistema Integral de Desagüe e Instalación de la PTAR de la ciudad de Iquitos”, información de importante y de base suficiente para proyectar el Estudio a nivel de Pre Inversión.

Figura 38: Plano Base General Topografía del Proyecto.



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”

CAPÍTULO V. Discusión

5.1 Análisis y Evaluación de Resultados

Todo trabajo de ingeniería como el presente es única, y depende de las condiciones ambientales, económicas y sociales del lugar. No existe un proyecto de drenaje pluvial integral anterior en la ciudad metropolitana de Iquitos, con el cual podría compararse sus resultados.

De los resultados se encuentra que, la investigación es importante porque busca la mejora y ser de utilidad para la población y a la vez impulsar la culminación de la factibilidad y ejecución de este proyecto, a fin de mitigar las principales causas de las enfermedades, además de eliminar rápida y eficazmente las aguas de lluvia que tienden a acumularse en las zonas bajas de las localidades, causando daños y molestias a la población. Además de presentar alternativas no previstas o contempladas en el citado proyecto, en base a la obtención de datos, producto de la aplicación de tecnologías exitosas implementadas en otros países, y de inspecciones visuales actuales encontrados en campo. Se justifica de igual manera porque constituye un aporte para proyectos concernientes al diseño de drenaje pluvial, ya que su ejecución se cumplirá en varios frentes de trabajo y en periodo promedio de no menos de 2.5 años.

5.2 Análisis y Evaluación del Estado Situacional

Ha sido verificado que el estudio de Factibilidad ha tomado en consideración, toda la información disponible, referida al estado situacional del Sistema de Drenaje existente, siendo la principal fuente de información la EPS SEDALORETO S.A., la misma que fue reforzada con otras fuentes propias de las municipalidades jurisdiccionales, así como por información propia recogida en campo.

Los estudios básicos de Topografía y Mecánica de Suelos, fue tomada del proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema Integral de Desagüe e Instalación de la PTAR de la ciudad de Iquitos, información de primera mano, y suficiente para proyectar el Estudio a nivel de Pre Inversión. Aun cuando dichos

estudios fueron cuestionados por la Gestión entrante del GORE-LORETO, por falta de consistencia, sin embargo, muy a pesar que esta gestión dispuso la elaboración de nuevos estudios de topografía y mecánica de suelos, este importante proyecto fue archivado, lo que evidencia que existió falta de voluntad política para seguir por este proyecto, en su nivel o etapa de Inversión. Los Estudios básicos restantes (Vulnerabilidad y Riesgos, Hidráulicos e Hidrológicos, etc.) fueron formulados por el OPIPP, responsable de la formulación del Estudio de Factibilidad.

En el proyecto, se efectuó un diagnóstico del estado situacional de las redes, se identificó interferencias, y se efectuó una valoración cuantitativa y cualitativa de las redes existentes, lo cual permitió efectuar posteriormente, una caracterización adecuada, para discriminar sectores para la intervención pertinente en cada área de drenaje.

En tal sentido, consideramos que la evaluación efectuada, en lo que se refiere al estado situacional de las redes existentes, fue adecuada en su momento (al año 2012), pero dado el tiempo transcurrido, esta realidad ha cambiado, por lo que sería necesario efectuar una actualización, además de incorporar otras tecnologías de solución, aparte de las aquí propuestas.

5.3 Análisis y Evaluación del Estudio de Factibilidad

No existe antecedente alguno a nivel local, de un proyecto de esta magnitud, y con el nivel de detalle que se haya elaborado, que incluye experiencias constructivas anteriores en un proyecto similar (Sistema de Desagüe Sanitario Integral).

Desde el punto de vista profesional, consideramos que, para la concepción del proyecto, se ha tenido en cuenta no solo variables técnicas (componentes estructurales), sino también variables ambientales y sociales, que en un macro proyecto tienen una incidencia significativa.

Durante la ejecución del Proyecto de Desagüe separativo de la ciudad de Iquitos, se evidencio una serie de impactos ambientales y sociales negativos; así, por

ejemplo, la emisión de polvo en los días soleados, y la generación de lodo en días de lluvia, se generaron en razón a que dicho proyecto considero el relleno de las zanjas, con material propio, lo cual obligaba que el material extraído de las zanjas, permaneciese acumulado a un lado de la zanja por un prolongado tiempo. Del mismo modo, la apertura de zanjas por periodos prolongados, causaba el malestar social, restricción de tránsito vehicular y peatonal, pérdidas económicas a los comerciantes, etc.

Para mitigar el efecto del polvo y el lodo, el proyecto ha considerado prudente, especialmente en las zonas céntricas de la ciudad, utilizar material de préstamo de cantera para los rellenos, evitándose de esta manera la acumulación de material de excavación a pie de zanja, y eliminándolo apenas se concluya con los trabajos de excavación de la zanja. Por otro lado, se ha planteado la utilización de tecnologías no convencionales, como una manera de mitigar el malestar social generado por la restricción del tránsito, pérdidas económicas, toda vez que estas tecnologías no convencionales (Innovadoras), permitirán disminuir sustancialmente el movimiento de tierras, acelerar los tiempos de construcción, entre otros, ya sea mediante la utilización de los sistemas de excavación sin zanja y/o elementos prefabricados.

Por otro lado, consideramos innecesario la inclusión de desarenadores en la red de colectores, toda vez que no hay manera de garantizar que la sedimentación no se producirá también en los tramos entre desarenador y desarenador, por lo que en su lugar recomendaríamos impulsar acciones necesarias para la limpieza y mantenimiento de las redes de drenaje pluvial.

En lo que respecta a la instalación de las cajas de registro domiciliario, el proyecto considera la colocación de cajas convencionales de registro, en aquellos domicilios nuevos y/o que, en aquellos en los que, en su oportunidad, el proyecto integral de desagüe separativo, no haya instalado las denominadas cajas separativas. Al respecto debemos comentar, las cajas separativas, fueron diseñadas por el proyecto integral de desagüe separativo, en un intento por “separar” las aguas servidas y las de drenaje pluvial, provenientes del interior de las viviendas, pero que en la práctica esto solo se cumplió parcialmente, toda vez que durante la ocurrencia de un evento lluvioso, las aguas pluviales se mezclaban con las aguas servidas, desbordando la capacidad de las medias

cañas de las capas separativas, con lo cual, este caudal volvía a circular en ese instante, nuevamente por la red unitaria existente.

Si bien es cierto, consideramos que el intento de solución planteado fue bueno, y tuvo el carácter de eventual, pero para que el carácter de eventual termine, debió complementarse con acciones de carácter no estructural, a efectos de cambiar esta situación a una separación real, instalando la caja convencional de desagüe, por un lado, y la caja convencional de drenaje pluvial por otro lado; estas acciones deben coordinarse y normarse, conjuntamente con las entidades responsables del manejo de las aguas pluviales y servidas, como lo son SEDALORETO S.A y la Municipalidad Provincial de Maynas, de tal forma que los usuarios efectúen la separación interna de las aguas servidas, en el interior de sus domicilios, ya sea al momento de gestionar una licencia para la ejecución de obra, al momento de efectuar una modificación, rehabilitación, o al momento de gestionar un servicio de instalación nueva de agua potable, entre otros.

Sin embargo, se ha podido evidenciar que, las tecnologías aquí propuestas, pueden no ser suficientes, por lo que se pueden implementar otras que son funcionales y exitosas en otros países, que por su fisiografía también sufren de condiciones climáticas de manera mucho más severa.

CAPÍTULO VI

Conclusiones:

- 1) El estudio ha sido formulado siguiendo un adecuado proceso, el mismo que se inicia con el diagnóstico de los problemas del sistema de drenaje pluvial existente, el por qué se originan, así el cómo resolverlos, de tal manera que se garantice el cumplimiento central del objetivo del proyecto, encontrándose que la solución propuesta es técnicamente posible.
- 2) El proyecto a nivel de Factibilidad brinda la cobertura a más de 479, 866 habitantes, distribuida en un área urbana de 2,627.98 has.
- 3) El estado de conservación del sistema de Drenaje Pluvial de Iquitos, deriva en los siguientes tipos de intervención: áreas a Mejorar, áreas a Mantener y áreas a Ampliar, conformando un área de influencia total de 2,627.98 has.
- 4) Las áreas de Drenaje Pluvial corresponden a 24 Áreas de Drenaje y 133 Áreas de Diseño.
- 5) En el proyecto se ha determinado la existencia de 14 zonas críticas de inundaciones (Defensa Civil), 08 zonas críticas de Arenamientos (SEDALORETO) y 11 zonas críticas de inundaciones (Estudio de Factibilidad); y la cota de atención establecida es de 90.20 msnm.
- 6) Se encontraron propuestas de solución parciales que no guardan coherencia con las zonas críticas y la cota de atención en los distritos de Iquitos, Punchana, Belén y San Juan Bautista, que debieran articularse con un plan director elaborado a partir del proyecto “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”.
- 7) Los componentes Estructurales identificados son los componentes de construcción (Estructuras de Captación, Conducción, Evacuación, las Interferencias y la Disposición final de las Aguas) y los componentes y de Rehabilitación (Rehabilitación de colectores, Rehabilitación estructuras de captación, Reposición de estructuras de evacuación); y los componentes No Estructurales son los componentes de capacitación - sensibilización e intervención social (Adecuados Hábitos y Prácticas de Higiene, Adecuada Gestión de Mantenimiento Rutinario, Asignación de Personal de Mantenimiento) y los Planes de Operatividad y Servicio de las Estructuras durante el Servicio (Planificación Urbana, Ordenamiento territorial, Normativa e institucionalidad, Régimen tributario para soporte del sistema, Programas de registro del régimen de lluvias - capacitación y educación poblacional,

Plan Director de Drenaje Pluvial).

- 8) El proyecto de Drenaje Pluvial a nivel de Factibilidad, es la única propuesta técnicamente posible, económicamente viable, socialmente aceptable y ambientalmente amigable.
- 9) Las tecnologías que se ha previsto implementar en el proyecto de Drenaje Pluvial, son las Alcantarillas Prefabricadas, las Válvulas Antirretorno tipo FLAP, los sistemas de Excavación Sin Zanja (COMPACT PIPE Inserción con previo doblado de tubo y PIPE BURSTING Rompimiento canalizaciones
- 10) Las propuestas sugeridas en la siguiente investigación, alcanzan a mejorar el proyecto son las siguientes:
 - Las estructuras (existentes) en las Áreas a Mejorar, en buenas condiciones, y no cumpla con la sección requerida, no se demuelan, sino que se mantengan y sean complementadas como estructuras paralelas (caudal requerido para dicho tramo), esto reducirá los costos del proyecto.
 - Las partidas de Recuperación de la Sección Hidráulica (Actividades rutinarias de Mantenimiento y Limpieza), deben ejecutarse previamente por los gobiernos locales, esto reducirá los costos del proyecto.
 - La construcción de Desarenadores a cada 200 m. debe eliminarse, y en su lugar se implemente las partidas de Mantenimiento y Limpieza Rutinaria.
 - La partida de Levantamiento de rasantes, debe de eliminarse, y que sean ejecutadas por los gobiernos locales, esto reducirá los costos del proyecto.
- 11) La formulación del Proyecto, representa una herramienta de Gestión adecuada del Drenaje Pluvial, toda vez que, de no ser posible el financiamiento y ejecución integral de la obra, sin embargo, esta puede servir como base, para la implementación del primer Plan Director de Drenaje Pluvial, el mismo que debería ser responsabilidad de la Municipalidad Provincial de Maynas.
- 12) El Proyecto de Pre inversión a Nivel de Factibilidad del Sistema de Drenaje de la ciudad de Iquitos, implica una solución integral a los problemas de drenaje pluvial, toda vez que no se circunscribe a una solución jurisdiccional de los problemas de Drenaje de los distritos, por lo tanto, su propuesta técnica es viable y la más recomendable.

Recomendaciones:

- 1) Se recomienda retomar el proceso de formulación y ejecución del Proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos”, y/o en todo caso, de no ser posible el financiamiento total para la ejecución de dicha obra, aprovechar la base de este estudio, para implementar el primer Plan Director de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos.
- 2) Se recomienda que las estructuras del sistema existente, que se encuentren en buenas condiciones, pero que no cumplen con las secciones mínimas establecidas, no se considere su demolición y reemplazo por estructuras nuevas, sino que se mantengan y sean complementadas como estructuras paralelas, de tal manera que podamos garantizar la conducción y descarga total calculada para el tramo, con la consecuente disminución de los costos del proyecto.
- 3) Los gobiernos locales, previo a la ejecución de las obras de pavimentos, deben priorizar ejecutar las obras de saneamiento básicos de agua, desagüe residual y pluvial, a fin de no propiciar el temprano deterioro de las futuras obras de pavimentación.
- 4) Las partidas de Recuperación de la Sección Hidráulica de las estructuras existentes, que no son partidas de ejecución de obra sino actividades rutinarias de Mantenimiento y Limpieza, deberían de ser ejecutadas previamente por los gobiernos locales, lo cual repercutirá en la disminución del presupuesto del proyecto.
- 5) El proyecto considera la construcción de Desarenadores a cada 200 m. en las zonas críticas de arenamiento. Estos tramos se caracterizan por la escasa pendiente existente, ante ello, existe una alta probabilidad de que se genere arenamiento por sedimentación en los tramos intermedios, con lo cual no se justificaría su ejecución; se recomienda eliminar la propuesta de construcción de los Desarenadores, y en su lugar se incida en trabajos de mantenimiento y limpieza rutinaria.
- 6) El proyecto considera la ejecución de partidas de Levantamiento de rasantes, lo cual implica la ampliación de las áreas a incorporar al sistema proyectado, sin embargo, estas partidas que por su naturaleza implican una alta incidencia de movimiento de tierras, elevan considerablemente el costo de la obra, por lo tanto recomendamos su eliminación, debiendo ser responsabilidad de los gobiernos locales su ejecución, lo cual repercutirá en la disminución sustancial del costo del proyecto.
- 7) Referenciar y Aplicar las tecnologías innovadoras en el tratamiento de las aguas pluviales utilizadas con éxito en el Reyno de los Países Bajos.

Citas Bibliograficas

1 (Organismo Publico Infraestructura para la Productividad OPIPP-GOREL, 2012),

2 (EPS SEDALORETO, 2007).

3 (<https://es.wikipedia.org/wiki/Diagn%C3%B3stico>, 2017).

4 (De la Garza Vizcaya, 2004).

5 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017).

6 (<https://www.bbc.com/mundo/noticias-40328271>, 2017)

7 (Durango, 2014) ¿Cómo trata Holanda sus aguas residuales? Principios de gestión e investigación

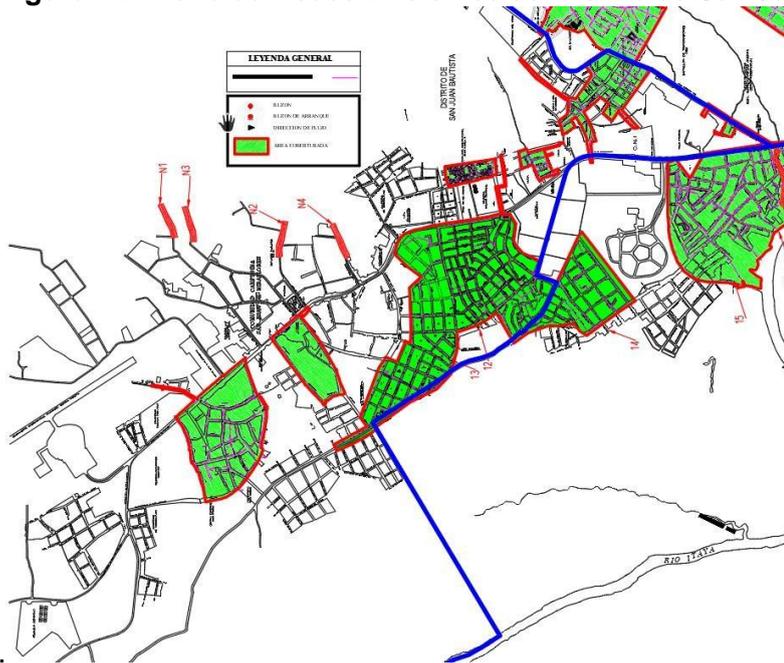
8 (SESAL Sostenibilidad Ambiental y Social para el Desarrollo, 2013)-Intervención Social del Proyecto Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos - Etapa de Formulación del Estudio de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad. Provincia Maynas - Región Loreto

Referencias Bibliográficas:

- Salazar Contreras, Luis M. (2017) *Estudio de Factibilidad para la Implementación de un Sistema de Manejo y Aprovechamiento del Agua Lluvia en el Campus Universitario Sede Claustro*. Universidad Católica De Colombia- Facultad de Ingeniería Civil. Bogotá D.C. 2017
- Arias Caballero, Erick D. - Flores Ganoza, Béverly (2019) *Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento humano La Florida, Banda de Shilcayo*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO 2019 – Tarapoto – Perú 2019
- Geldres Ríos, Mario O. (2020). *Propuesta del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano del distrito de Iquitos*. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo - Perú 2020.
- Salazar Camacho, Kevin D. (2018) *Evaluación del sistema de drenaje pluvial y plan de mejora en la ciudad de Huánuco, 2018*. Universidad Cesar Vallejo. Lima - Perú 2018.
- Condezo Contreras, Erasmo A. Reshea Guerra, Julio C. (2019). *Propuesta de un Diseño Hidráulico para la Evacuación Pluvial del jirón Putumayo cuerdas 15 a 18 – Iquitos 2019*. Universidad Científica del Perú. Juan Bautista - Maynas - Iquitos- Perú 2019.
- INDECI – Centro de Operaciones de Emergencia Nacional COEN - Centro de Operaciones de Emergencia Regional COER. Reporte Preliminar (2019) Precipitaciones Pluviales en la Provincia de Maynas – Loreto 2019 www.indeci.gob.pe
- Corporación_Andina_de_Fomento. (2011). *Plan de Desarrollo Urbano Sostenible de Iquitos 2011-2021*. Iquitos: Municipalidad Provincial de Maynas.
- Agencia Peruana de Noticias ANDINA (2019).
- Perfil de Proyecto de Pre inversión a Nivel de Perfil (2012). *Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Iquitos*. OPIPP-GOREL. Iquitos-Perú 2014

- Ellen Ramírez Chasnamote, Karolina Waller López (2019) *Diseño de la Red de Drenaje Pluvial para mejorar la accesibilidad en las Localidades de Alfonso Ugarte y Paucar, Picota, San Martín*. Universidad Cesar Vallejo Tarapoto - Perú 2019.
- Carbajal, D. (2018). *El Comercio*. Obtenido de *El comercio*: <https://elcomercio.pe/peru/loreto/loreto-intensa-lluvia-inunda-calles-iquitos-fotos-noticia-550551>
- Ahora. (10 de abril de 2017). Por drenaje pluvial piden reparación civil. *Diario Ahora*, pág. 10.

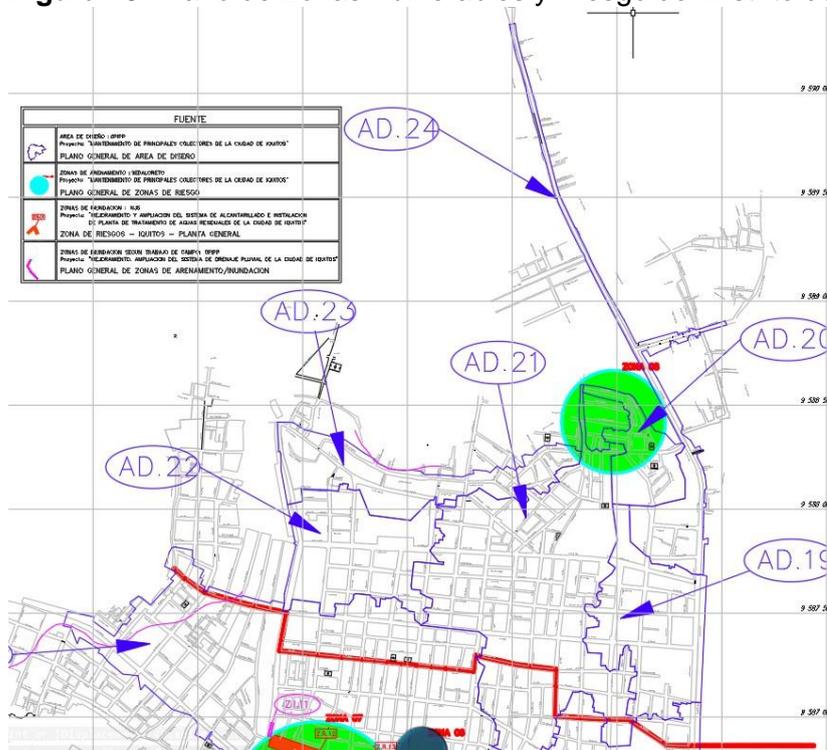
Figura 42: Plano de Redes Existentes del Distrito de San Juan Bautista



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

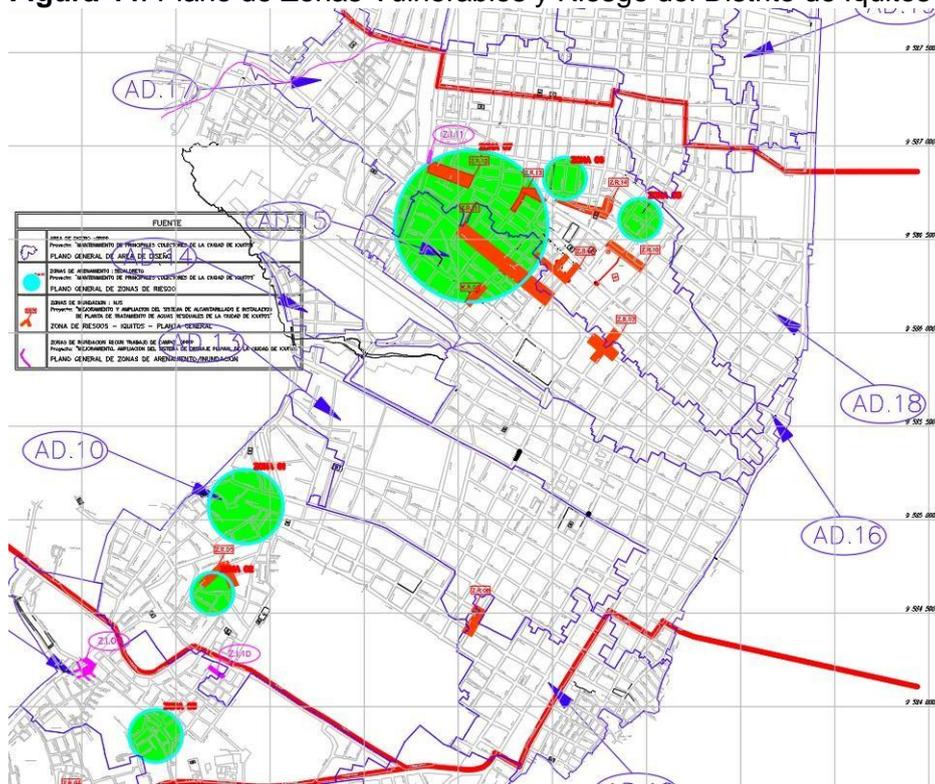
Plano de las Zonas Vulnerables y de Riesgo en los Distritos, del ámbito del área de influencia del Proyecto

Figura 43: Plano de Zonas Vulnerables y Riesgo del Distrito de Punchana.



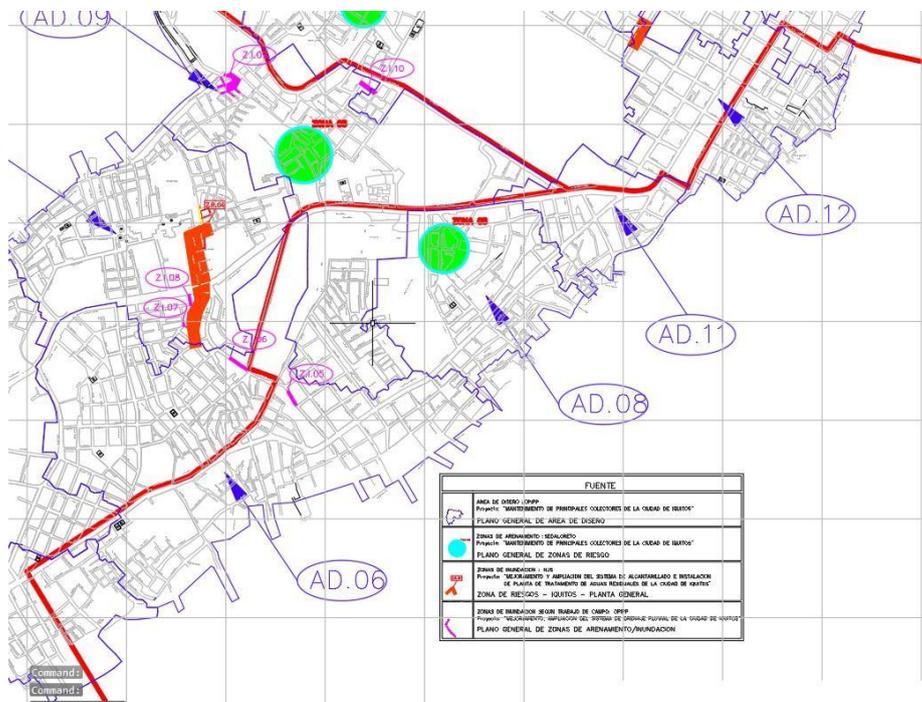
Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 44: Plano de Zonas Vulnerables y Riesgo del Distrito de Iquitos



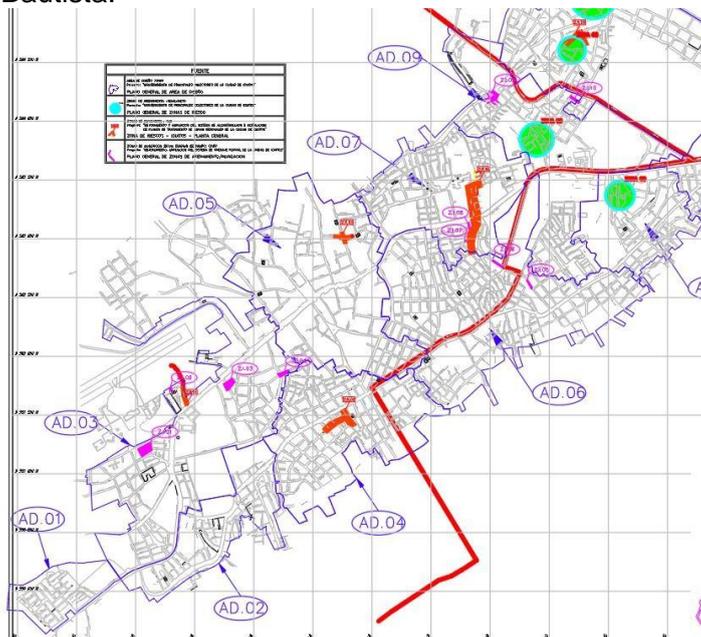
Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" – Edición Propia

Figura 45: Plano de Zonas Vulnerables y Riesgo Pluvial del Distrito de Belén



Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" – Edición Propia

Figura 46: Plano de Zonas Vulnerables y Riesgo del Distrito de San Juan Bautista.



Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" – Edición Propia

Plano de la Red de Drenaje Pluvial Proyectada en los Distritos, del ámbito del área de influencia del Proyecto

Figura 47: Plano de Redes de Drenaje Pluvial del Distrito de Punchana



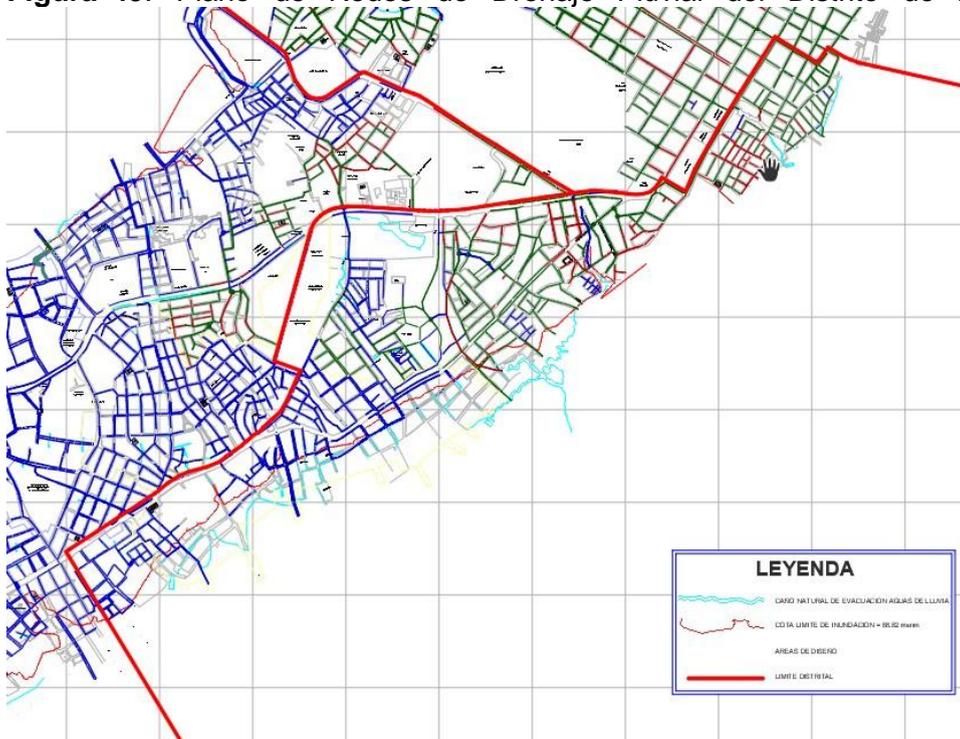
Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" – Edición Propia.

Figura 48: Plano de Redes de Drenaje Pluvial del Distrito de Iquitos



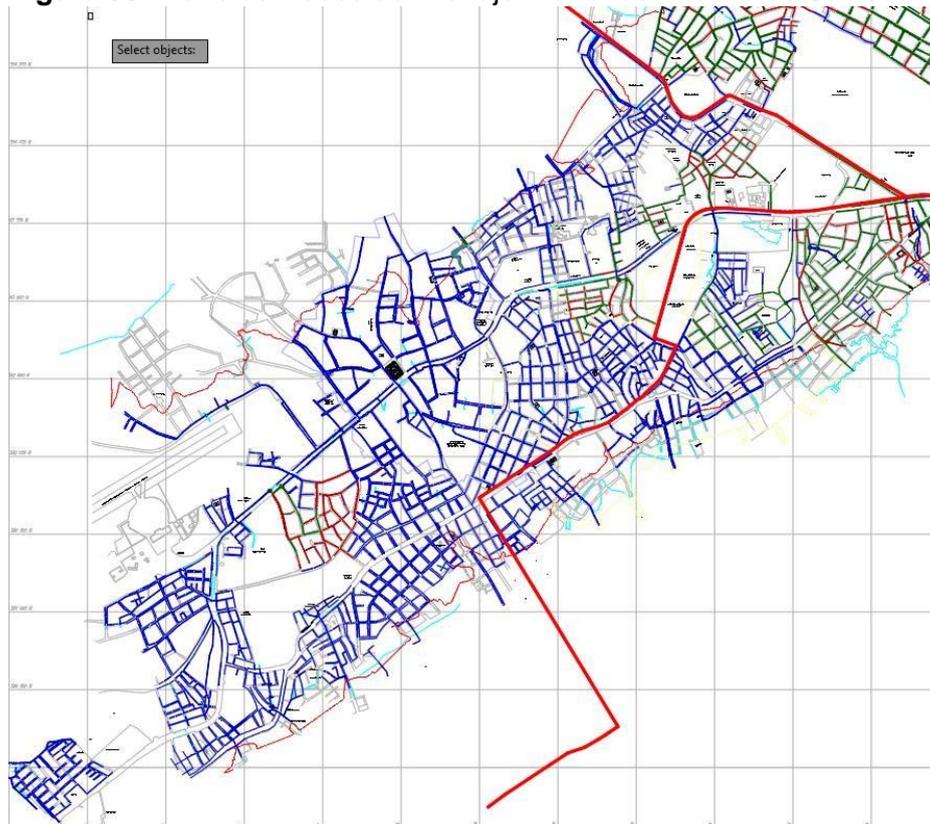
Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 49: Plano de Redes de Drenaje Pluvial del Distrito de Belén.



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 50: Plano de Redes de Drenaje Pluvial del Distrito de San Juan Bautista.

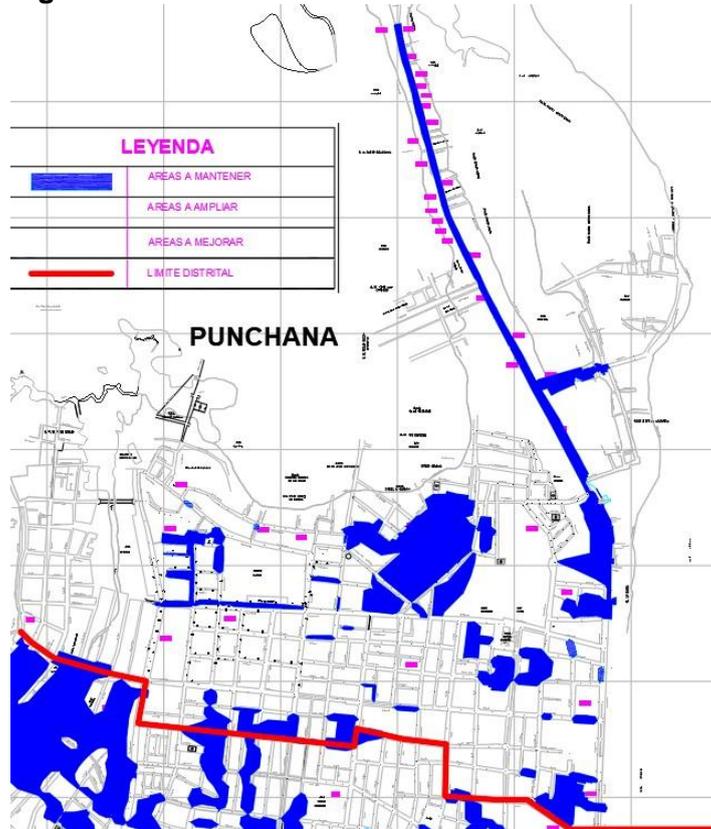


Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Áreas de Drenaje Incorporadas

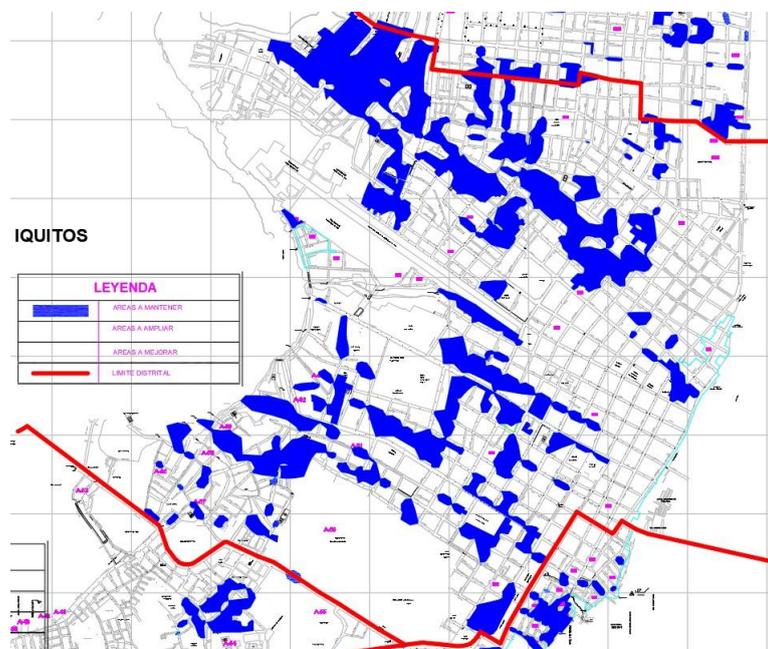
Plano de Áreas a Mantener en los Distritos, del ámbito del área de influencia del Proyecto

Figura 51: Plano de las Áreas a Mantener del Distrito de Punchana.



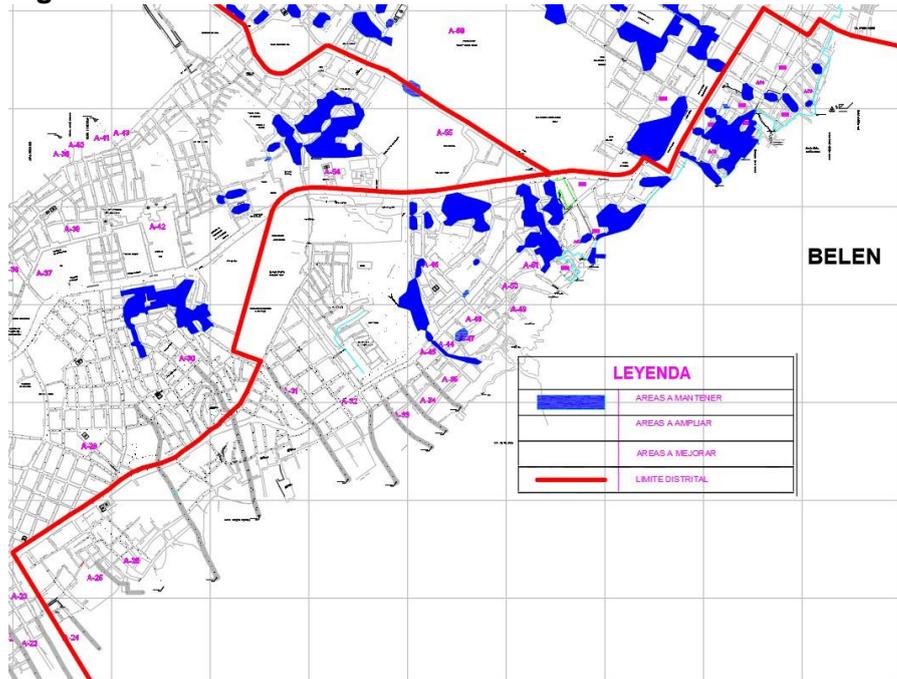
Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" - Edición propia.

Figura 52: Plano de las Áreas a Mantener del Distrito de Iquitos.



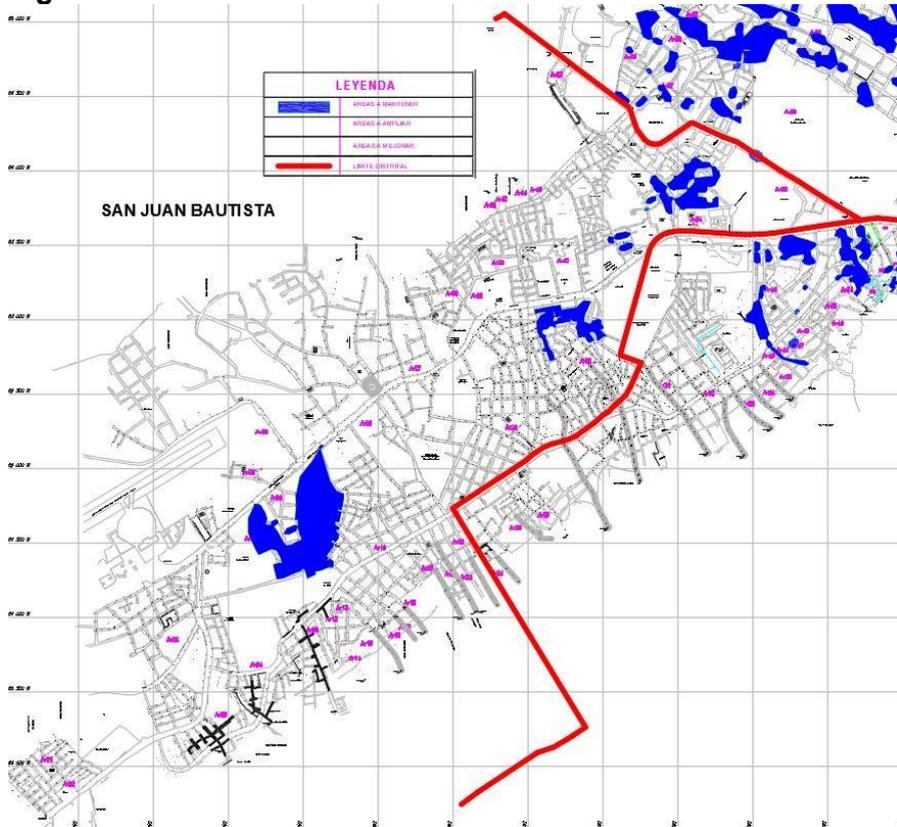
Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" - Edición propia.

Figura 53: Plano de las Áreas a Mantener del Distrito de Belén.



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” - Edición propia.

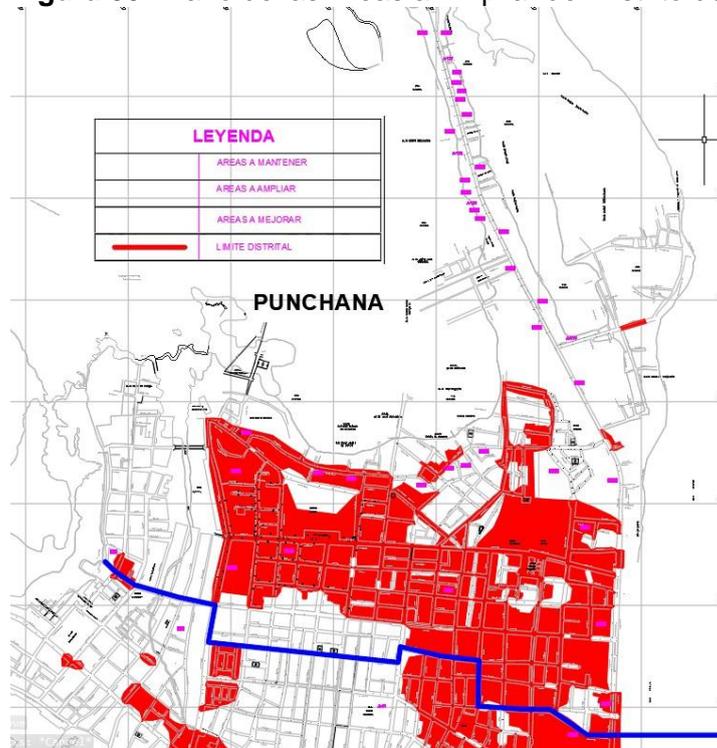
Figura 54: Plano de las Áreas a Mantener del Distrito de San Juan Bautista



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” - Edición propia.

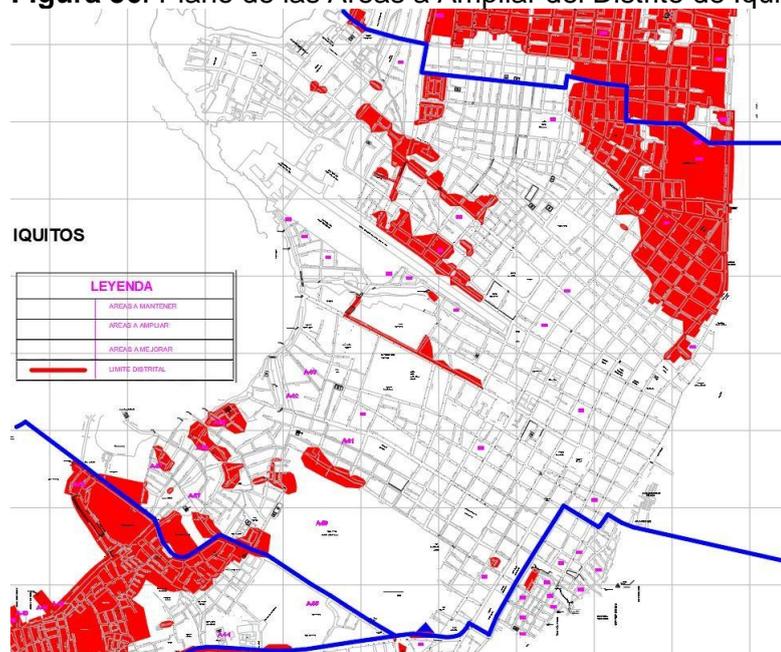
Plano de Áreas a Ampliar en los Distritos, del ámbito del área de influencia del Proyecto

Figura 55: Plano de las Áreas a Ampliar del Distrito de Punchana.



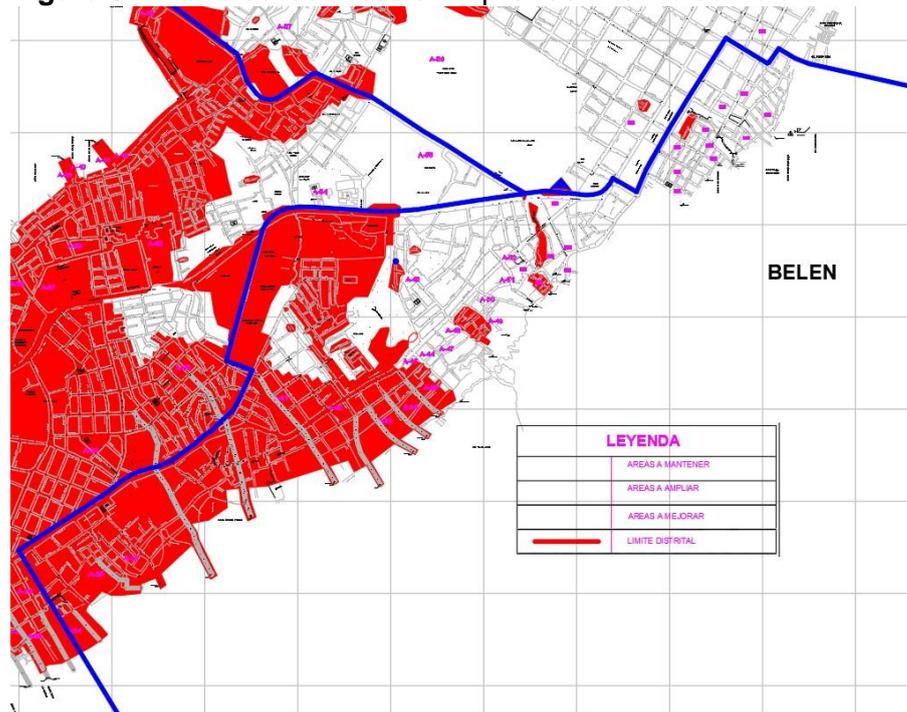
Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" – Edición Propia.

Figura 56: Plano de las Áreas a Ampliar del Distrito de Iquitos.



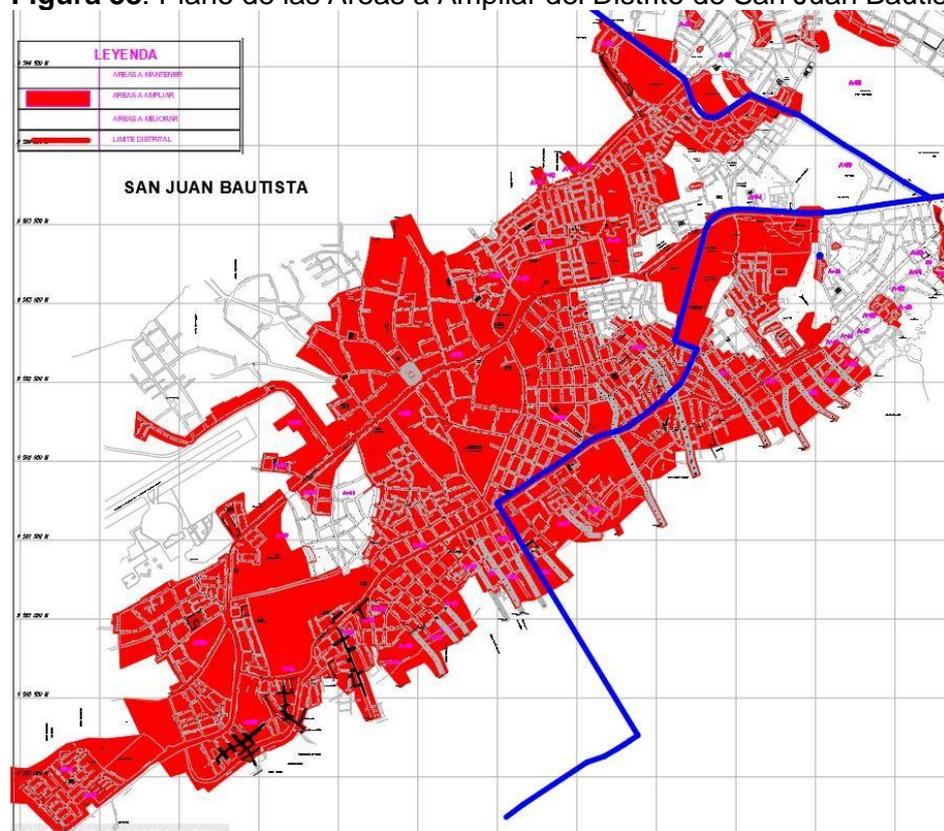
Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" – Edición Propia.

Figura 57: Plano de las Áreas a Ampliar del Distrito de Belén.



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

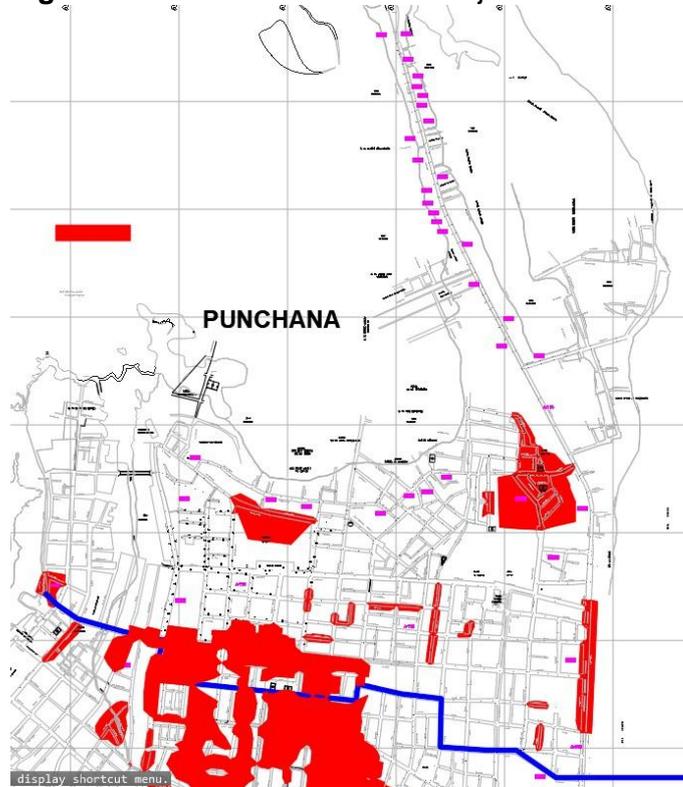
Figura 58: Plano de las Áreas a Ampliar del Distrito de San Juan Bautista.



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

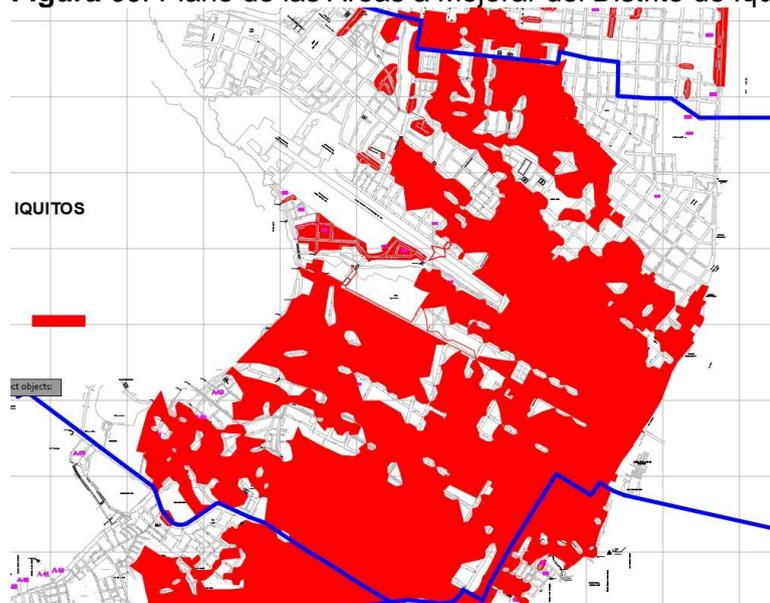
Plano de Áreas a Mejorar en los Distritos, del ámbito del área de influencia del Proyecto

Figura 59: Plano de las Áreas a Mejorar del Distrito de Punchana.



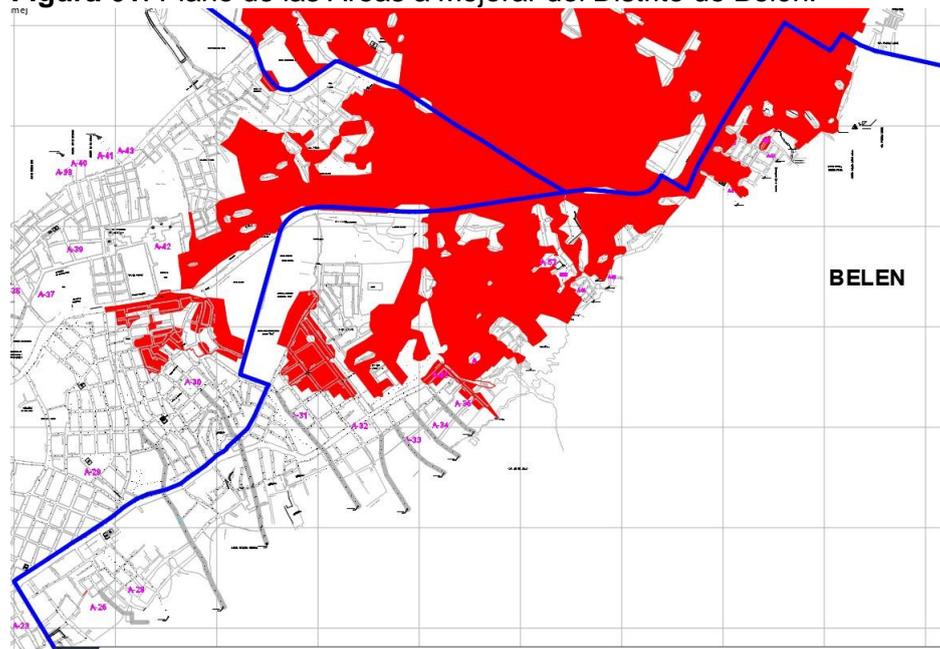
Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 60: Plano de las Áreas a Mejorar del Distrito de Iquitos.



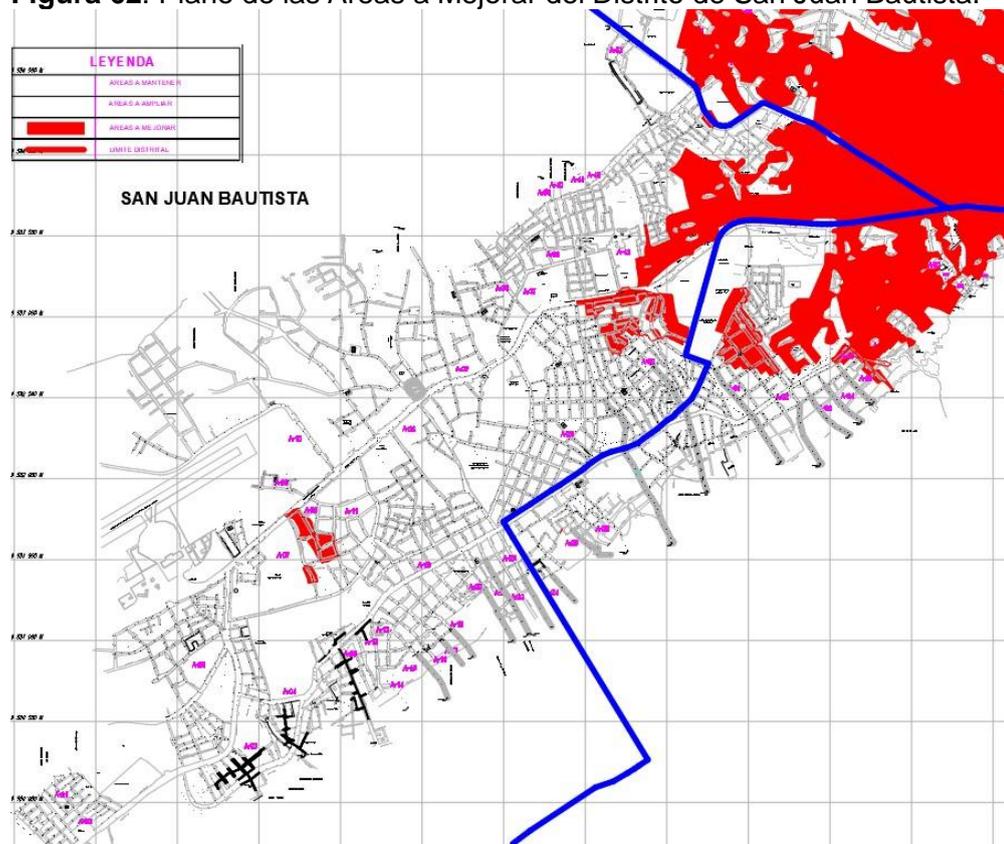
Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 61: Plano de las Áreas a Mejorar del Distrito de Belén.



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

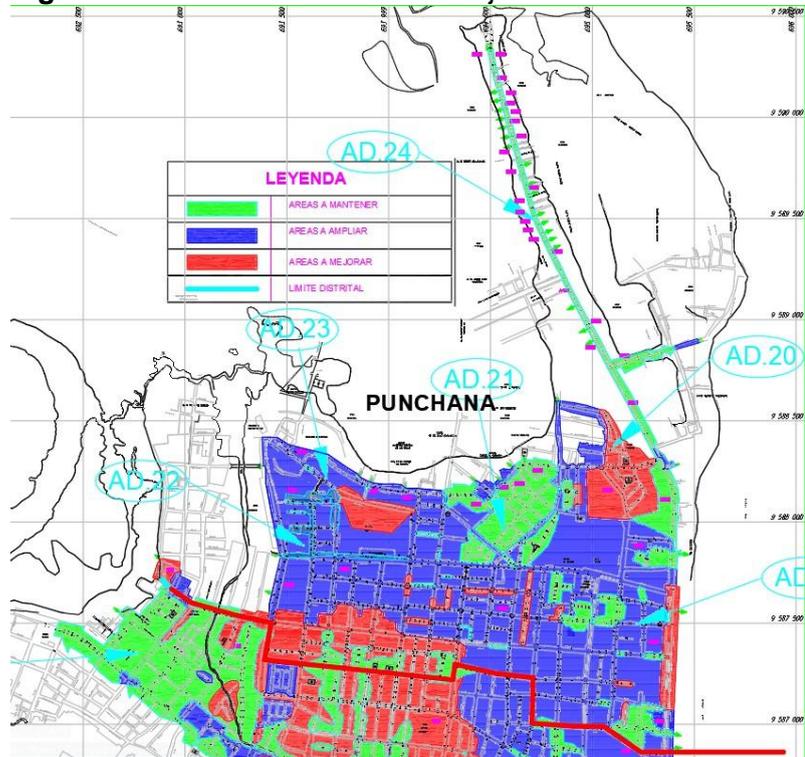
Figura 62: Plano de las Áreas a Mejorar del Distrito de San Juan Bautista.



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

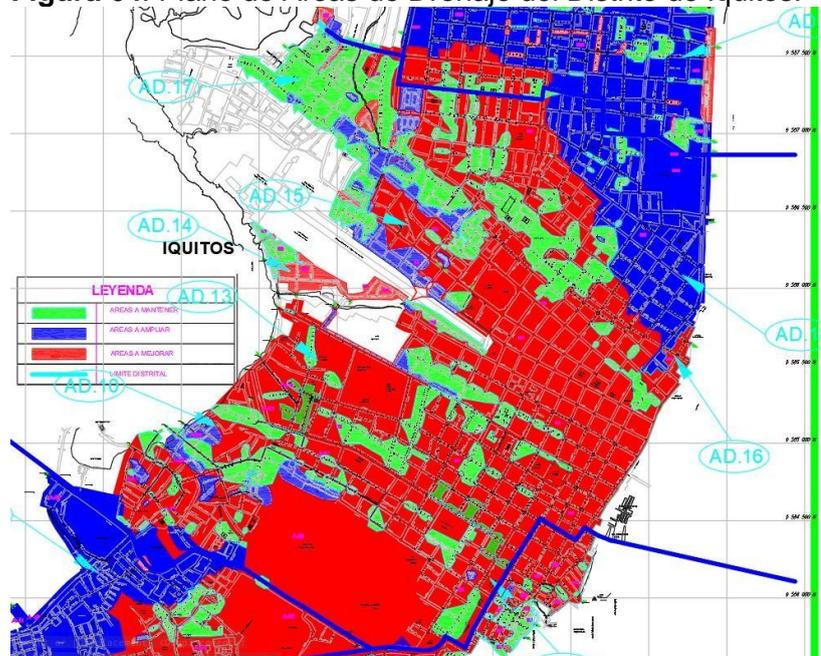
Plano de la Áreas de Drenaje (23 Áreas) de los Distritos, en el ámbito del área de influencia del Proyecto

Figura 63: Plano de Áreas de Drenaje del Distrito de Punchana.



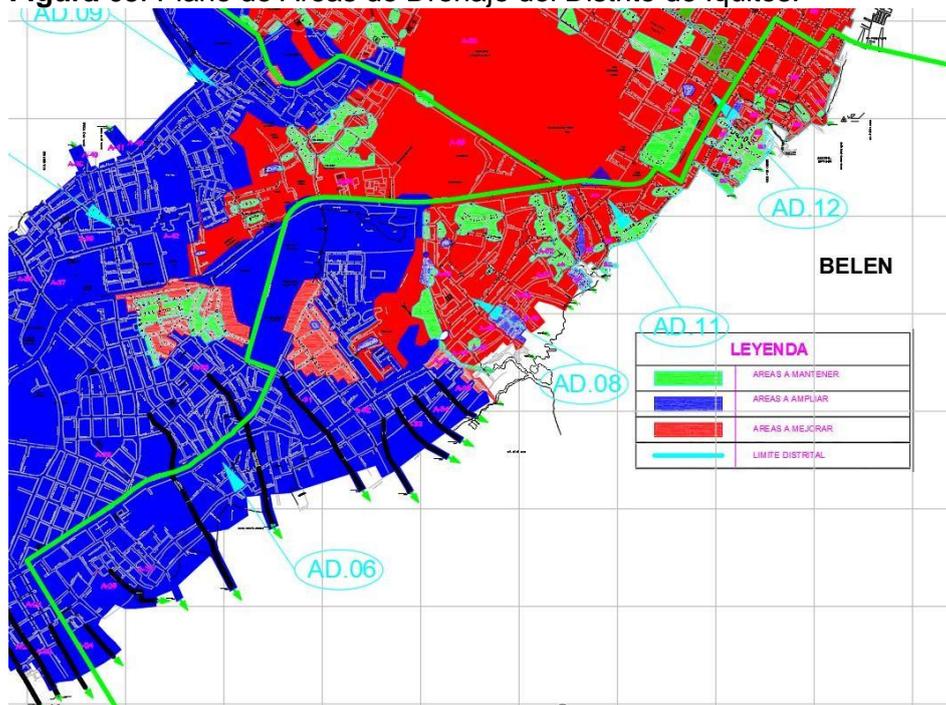
Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 64: Plano de Áreas de Drenaje del Distrito de Iquitos.



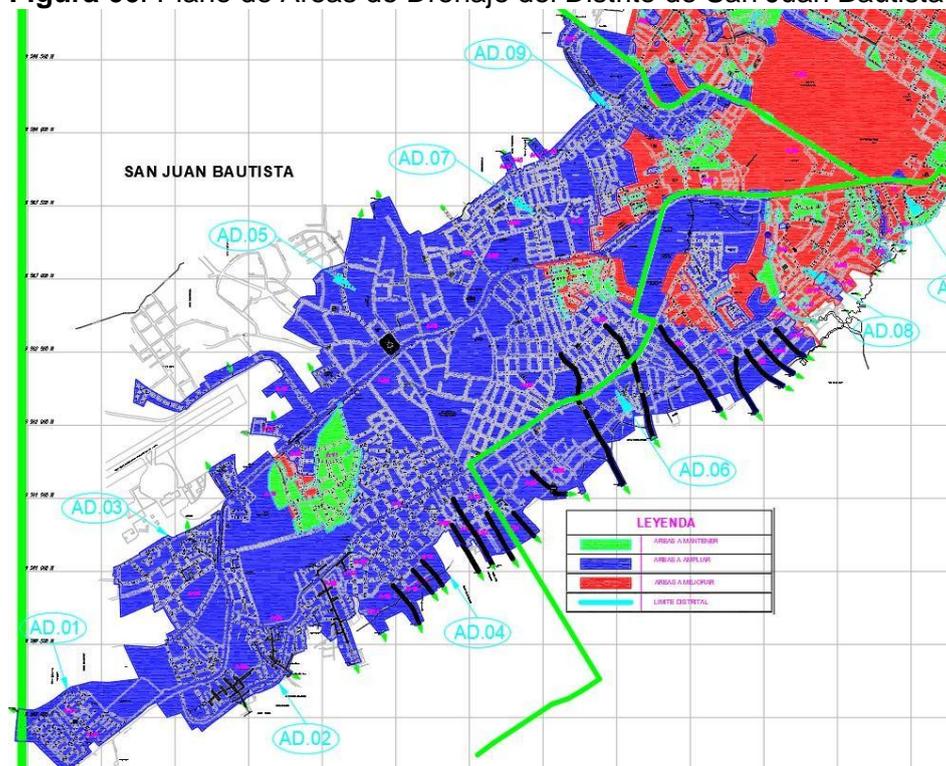
Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 65: Plano de Áreas de Drenaje del Distrito de Iquitos.



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

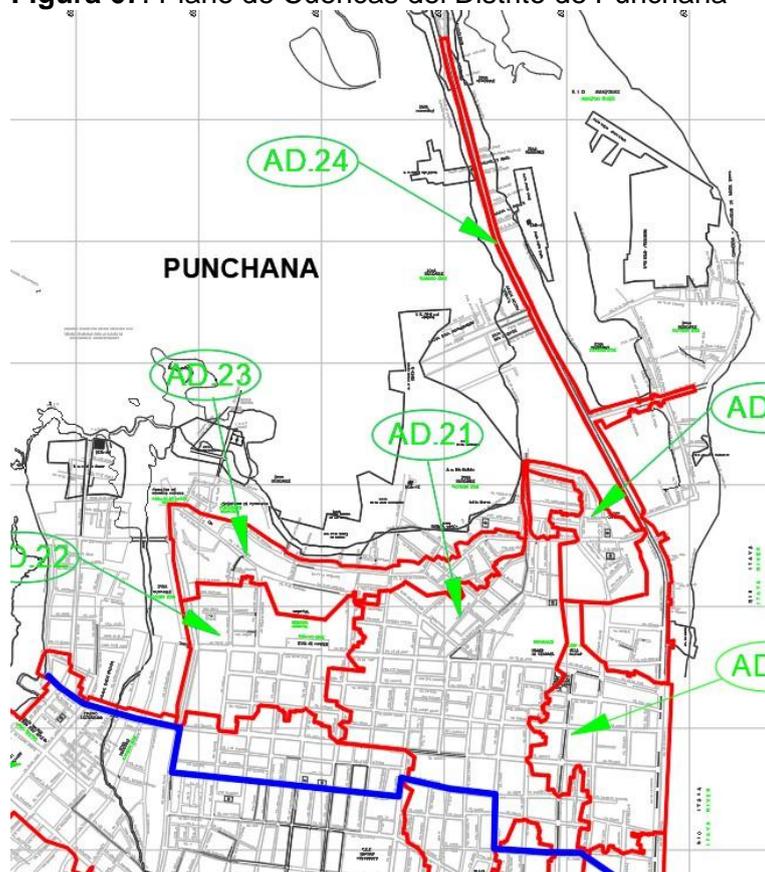
Figura 66: Plano de Áreas de Drenaje del Distrito de San Juan Bautista.



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

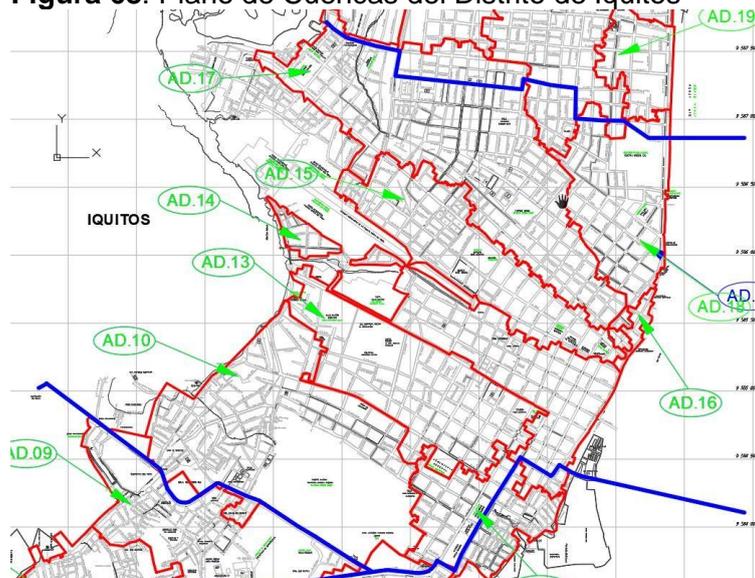
Plano de la Caracterización de las Cuencas en los Distritos, en el ámbito del área de influencia del Proyecto

Figura 67: Plano de Cuencas del Distrito de Punchana



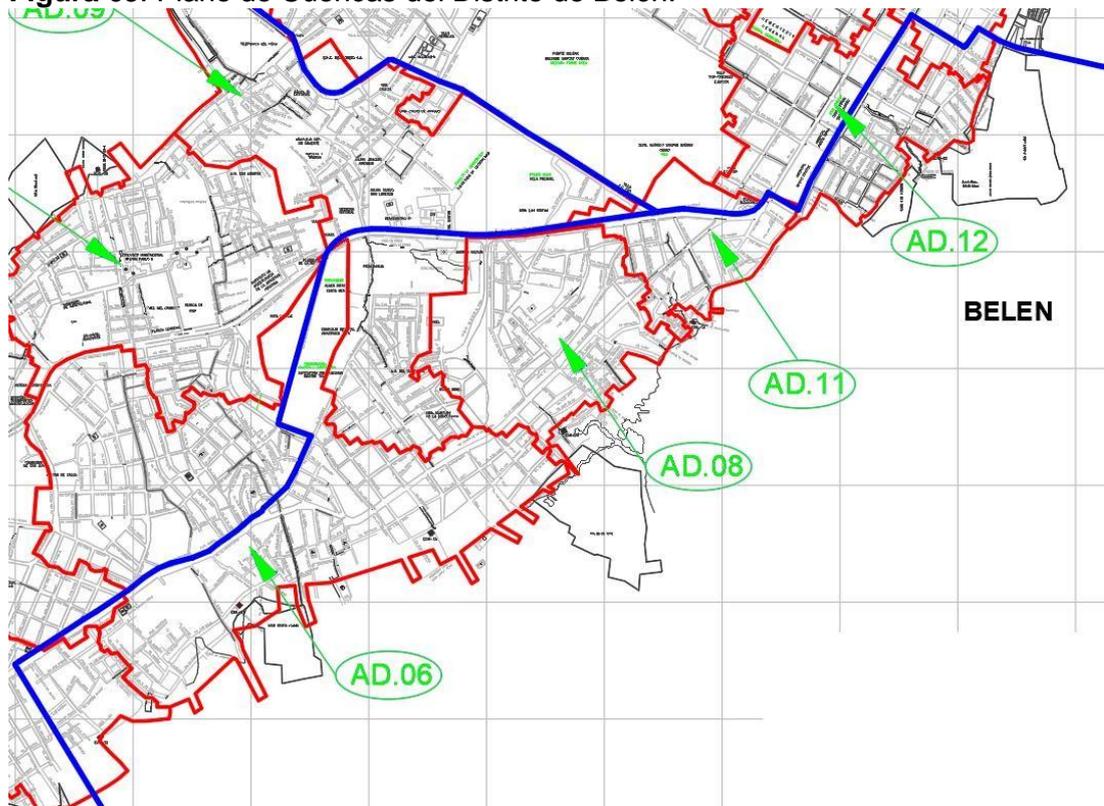
Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" – Edición Propia.

Figura 68: Plano de Cuencas del Distrito de Iquitos



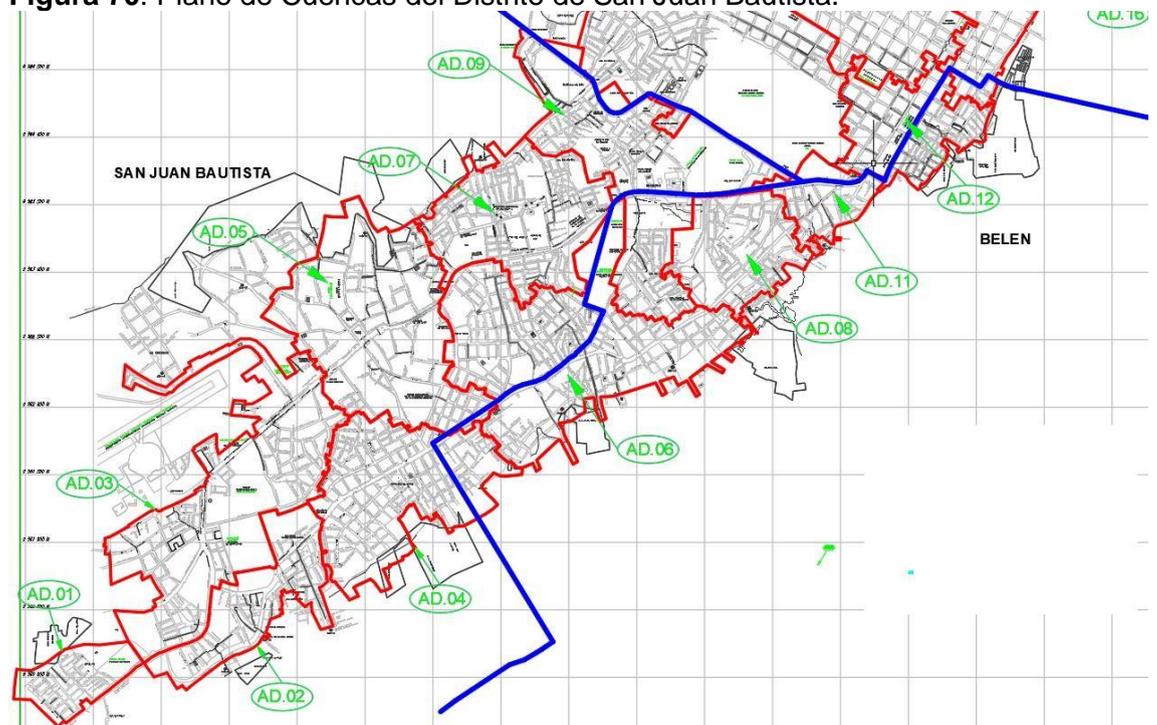
Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" – Edición Propia.

Figura 69: Plano de Cuencas del Distrito de Belén.



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

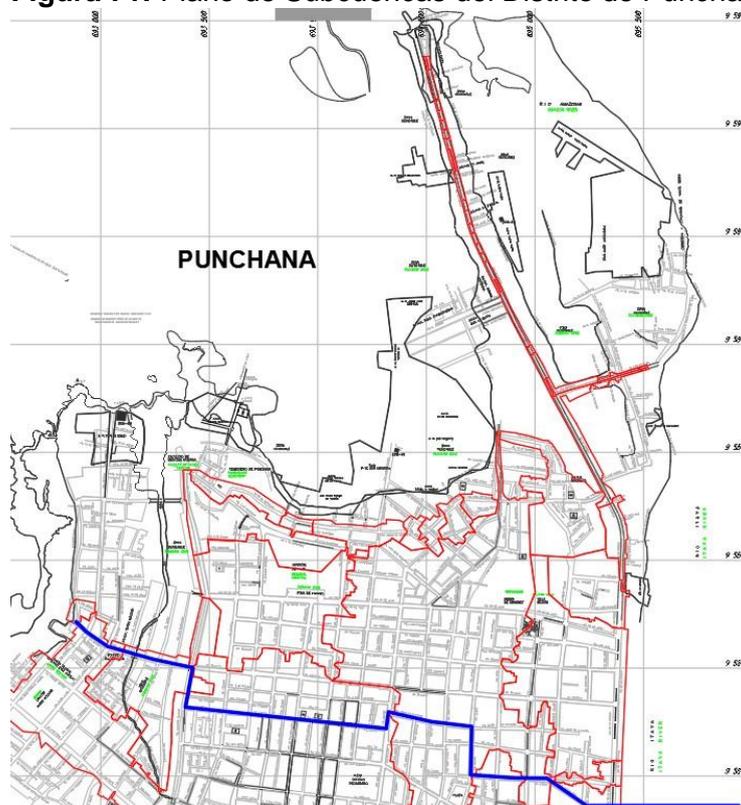
Figura 70: Plano de Cuencas del Distrito de San Juan Bautista.



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

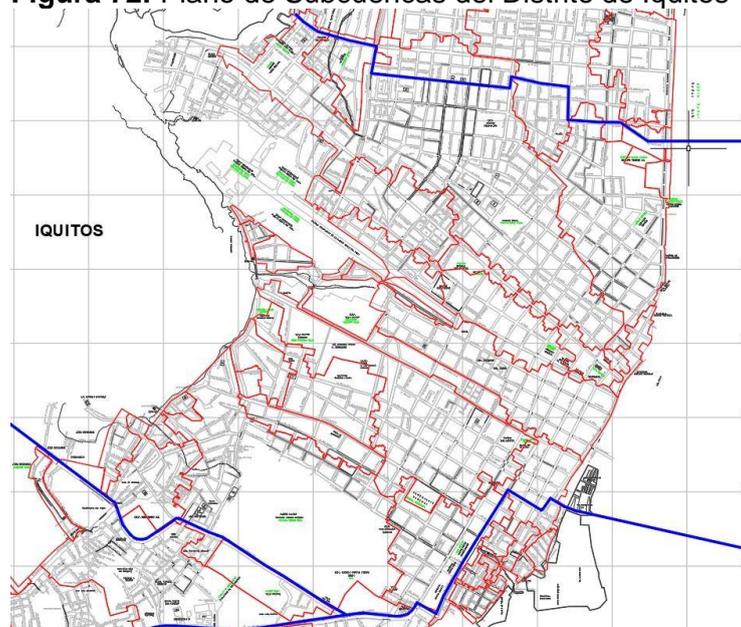
Planos de las Subcuencas de Drenaje en los Distritos, en el ámbito del área de influencia del Proyecto

Figura 71: Plano de Subcuencas del Distrito de Punchana



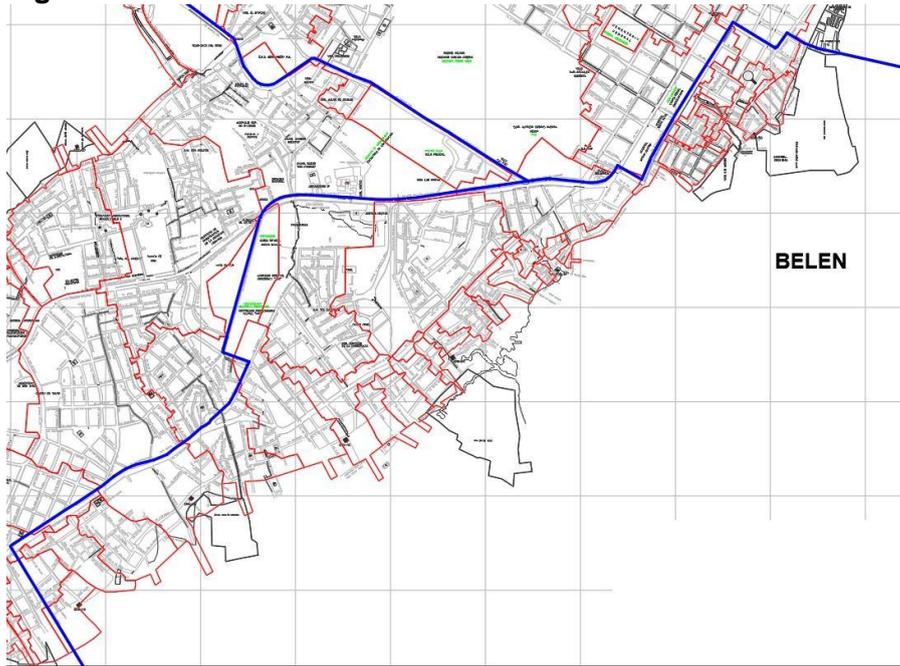
Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" – Edición Propia.

Figura 72: Plano de Subcuencas del Distrito de Iquitos



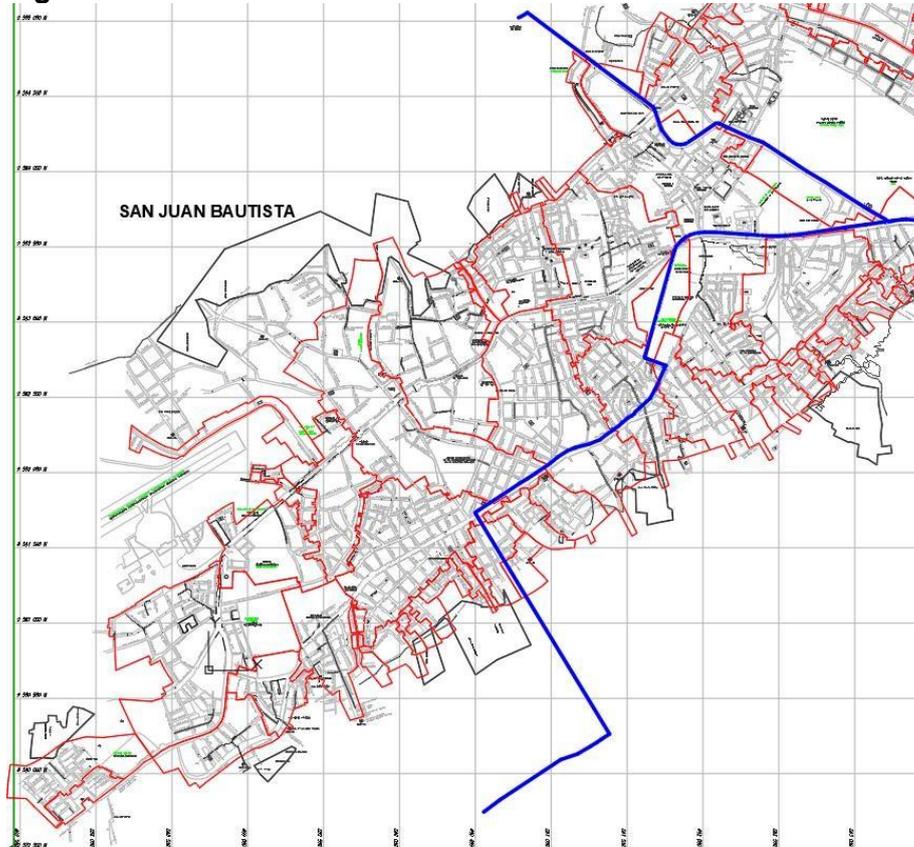
Fuente: Factibilidad del Proyecto: "Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos" – Edición Propia.

Figura 73: Plano de Subcuencas del Distrito de Belén



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

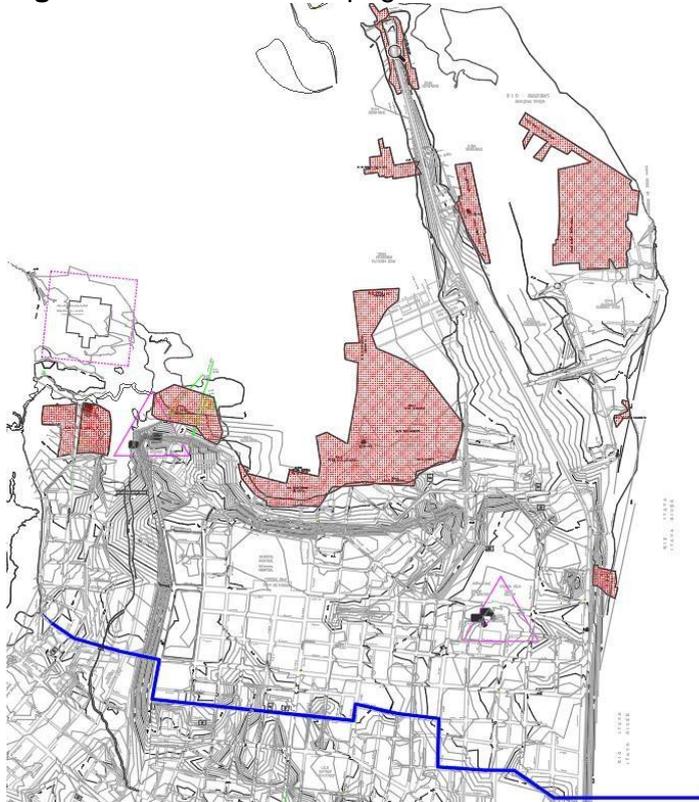
Figura 74: Plano de Subcuencas del Distrito de San Juan Bautista



Fuente: Factibilidad del Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

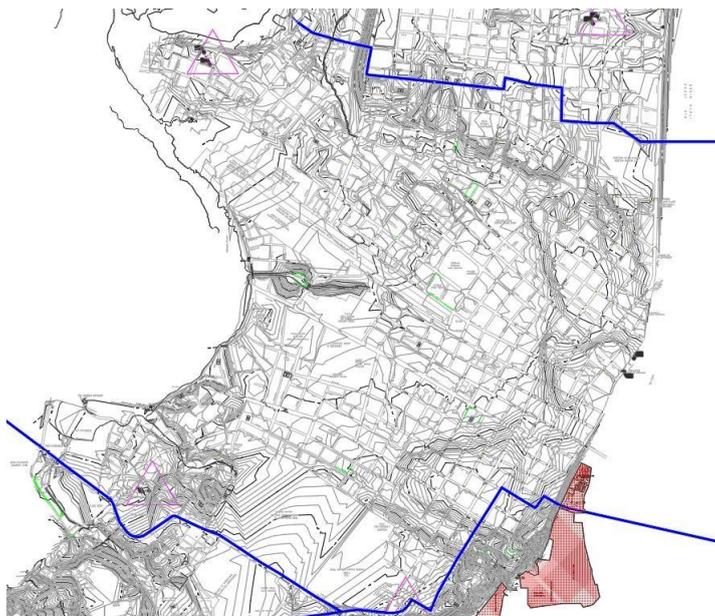
Plano Grafico de la Topografía Base en los Distritos, del ámbito del área de influencia del Proyecto

Figura 75: Plano Base Topografía del Distrito de Punchana.



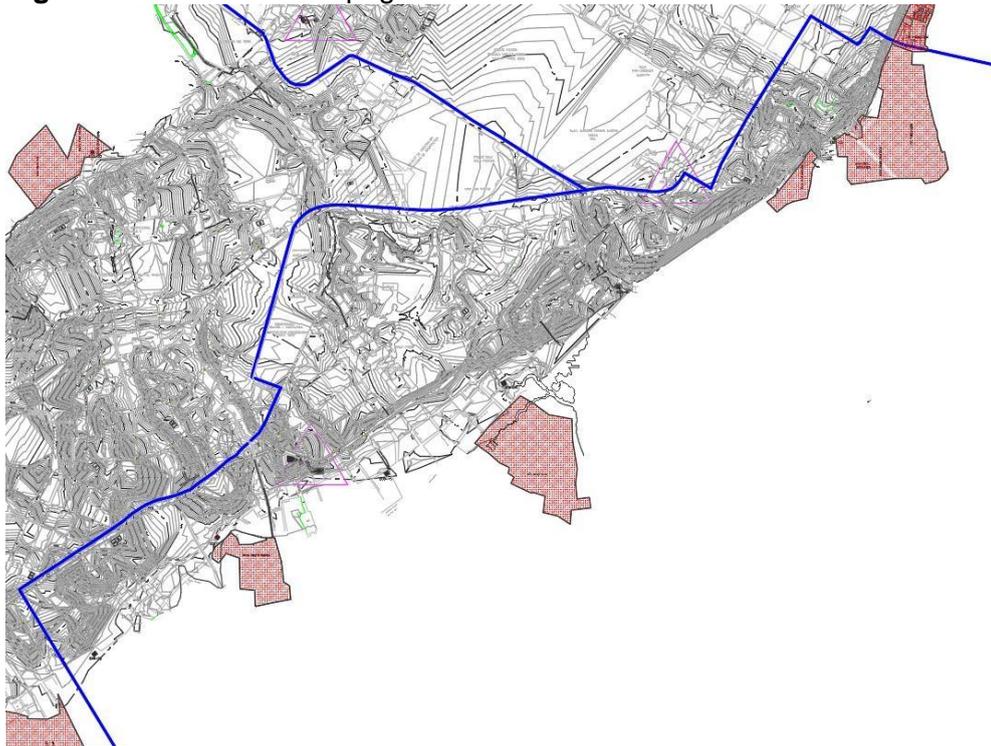
Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 76: Plano Base Topografía del Distrito de Iquitos.



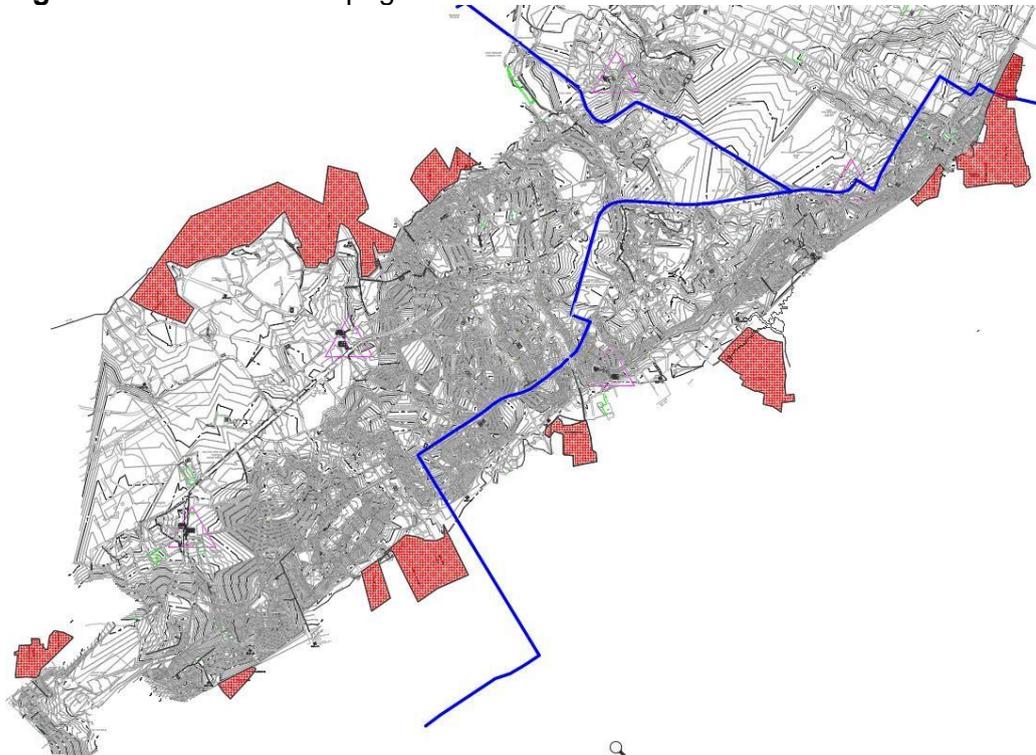
Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 77: Plano Base Topografía del Distrito de Belén



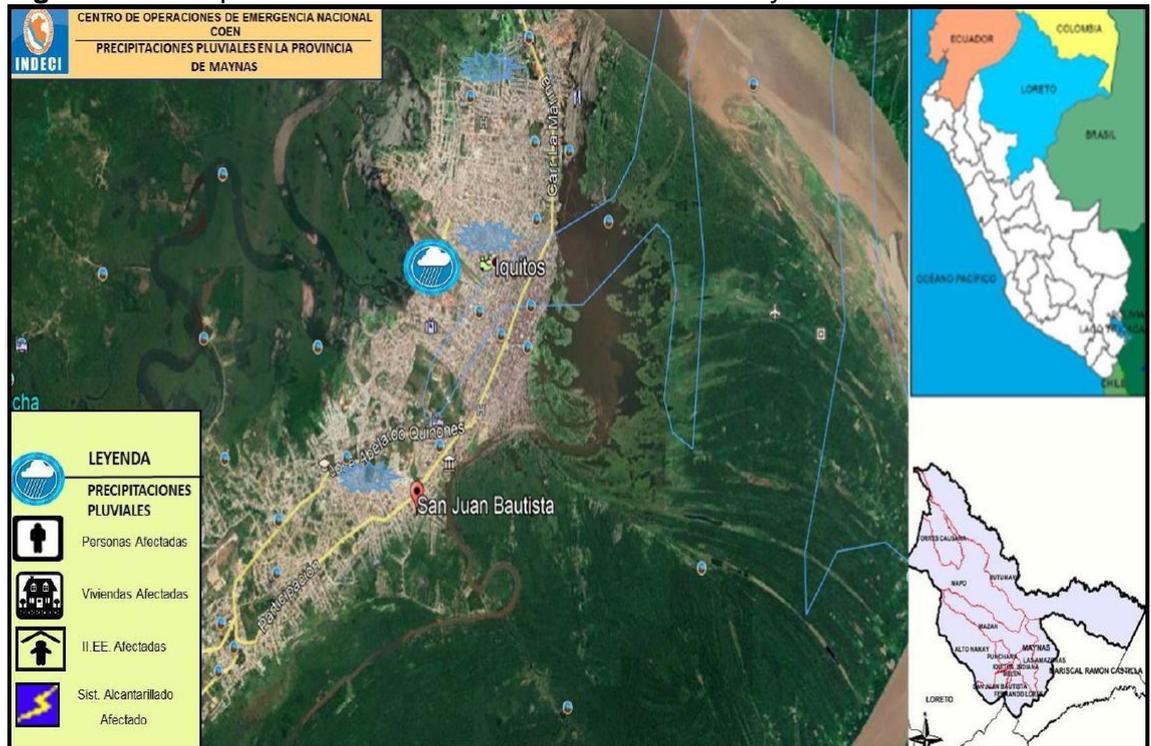
Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 78: Plano Base Topografía del Distrito de San Juan Bautista.



Fuente: Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Mejoramiento, Ampliación del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Iquitos” – Edición Propia.

Figura 79: Precipitaciones Pluviales en la Provincia de Maynas - Loreto



Fuente: INDECI – COEN - COEN - Reporte Preliminar (2019) Precipitaciones Pluviales en la Provincia de Maynas – Loreto 2019 www.indeci.gob.pe