



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Recinto universitario “Rubén Darío”

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Departamento de Construcción

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL**

TÍTULO:

**“Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento para el
Municipio de San José de los Remates-Boaco”**

Autores:

Br: Lizandro Humberto Bustamante

Br: Wilder Osmar Hurtado

Tutor: Msc. Ing. Wilber Pérez

Asesor Metodológico: Lic. Darling Moncada

Managua, 16 de Diciembre de 2021

Dedicatoria

Dedico esta monografía primeramente a Dios que siempre me dio la sabiduría, la confianza y la fortaleza para seguir durante todo este trayecto.

A mis padres: Carmen Delia Hurtado Pérez, que fue mi mano derecha y me ayudó mucho durante este trayecto, por haber estado siempre dando ánimos y por ser aparte de mama una gran amiga. A mi papa Osmar Gonzales por haberme ayudado siempre, y hacia lo que más podía para ayudarme.

A mi tía y tutora que también ha sido como una madre para mi durante toda mi vida Rosa Cristina Hurtado Pérez, por siempre ayudarme incondicionalmente. A mi abuela Cristina Gonzales por siempre estar pendiente de mí. A mi tía Heysell Chávez por ser una tía muy buena conmigo y ayudarme en lo que podía; a mi primo Darwing Montano, por enseñarme muchas cosas entre ellas el trabajo, para poderme ayudar durante este trayecto. A mi tío Simón Barrera por haberme ofrecido su ayuda. Y sobre todo a mis bisabuela y mama de todas estas personas Isidora Chávez, por haberme llevado en sus oraciones para que Dios me mantuviera a salvo de todo lo malo.

A mis amigos: Benito Contreras, por haberme apoyado incondicionalmente, Yerling Montiel por ser una gran amiga durante este trayecto y espero que por mucho tiempo. A mis compañeros y grandes amigos: Yesbel González, Deyanira Medina, Lizandro Bustamante, José Jalina, Harvy Marengo, Larry Barrios, Justin Aguirre, Tyron Herrera, Ignacio Rodríguez, Eyser Avendaños, Oscar Martínez, Jefferson Sánchez por siempre habernos ayudado incondicionalmente en el proceso formativo profesional.

A todas aquellas personas que siempre quise y hoy no podrán ver el logro que llegue a conseguir, a una gran persona como lo fue mi tío Manuel Chávez, Salome Chávez, Emigdio Hurtado, Simón Barrera, Katherine Sobalvarro siempre las llevare en mi corazón.

Dr. Wilder Osmar Hurtado

Agradecimientos

Agradezco ala Lic. Darling Moncada por habernos apoyado en esta etapa de la carrera.

Al mi tutor Msc.Ing. Wilber Pérez por su ayuda durante esta monografía.

Al Ingeniero Ervin Cabrera por estar al pendiente ante cualquier consulta o duda que tuviéramos.

A la alcaldía de San José de los Remates por habernos apoyado con parte de la información de este trabajo.

Al departamento de Becas de la Unan-Managua por haberme apoyado durante toda esta etapa.

Br. Wilder Osmar Hurtado

Dedicatoria

A DIOS

Por haberme abierto una de las puertas más importante de mi vida y es el hecho de haberme permitido estudiar la Carrera de Ingeniería Civil en la mejor universidad del país como lo es la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, donde también me dio la fortaleza y sabiduría para poder llegar a la culminación de mis cinco años de estudios.

A MIS DOS MADRES: Thelmita y Carolina.

Por haber estado conmigo en una de las etapas más importantes de mi vida, y haberme puesto en sus oraciones a Dios, con el fin de que pudiera llegar a triunfar en mi carrera profesional pero sobre todo para que me protegiera, que me diera sabiduría y mucha fortaleza durante mi proceso de aprendizaje.

A MI PADRE DE CRIANZA: Aníbal Huete. (Q.E.P.D)

Que siempre tuve su apoyo incondicional durante estuvo a mi lado en los momentos tristes y alegres de mi vida, al que agradezco también el tipo de persona que soy.

A MIS TIOS:

Por haberme ayudado siempre, pero en especial a José Aníbal Huete, Carlos Huete, Elder Huete y Yeris Huete, por haberme dado su cariño y apoyo incondicional desde que era un niño hasta el día de hoy y así poder lograr uno de mis sueños.

A MIS AMIGOS:

Mayra Castro, Henjeld Alcántara, Miguel Espinoza, por haberme aconsejado y haberme dado ánimos en momentos difíciles de mi proceso de aprendizaje, y mis Compañeros de estudios: Yerling Esquivel, Cristofer Zamorio, Wilder Hurtado, Tayron Herrera, Cindy Sandoval, Yefferson Sánchez, Bayardo Altamirano, Larry Barrios, Yesbel González, por habernos siempre ayudado desde el comienzo hasta el final de nuestra carrera profesional.

Br. Lizandro Humberto Bustamante

Agradecimiento

Agradezco ala Lic. Darling Moncada por habernos apoyado en esta etapa de la carrera.

A mi tutor Msc.Ing. Wilber Pérez por su ayuda durante esta monografía.

Al Ingeniero Ervin Cabrera por estar a la disposición ante cualquier consulta o duda que tuviéramos sobre el diseño.

A todos los demás maestros de la Universidad que nos aportaron parte de sus conocimientos y disposición de ayudar siempre y cuando lo necesitáramos durante el proceso de profesionalización.

Al Arquitecto Darwin Bustamante encargado de Proyecto de la Alcaldía Municipal de San José de los Remates por habernos apoyado con parte de la información de este trabajo.

Br. Lizandro Humberto Bustamante

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS	01
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Planteamiento del problema	3
1.4 Justificación.....	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos.	5
1.6 Alcances	6
1.7 Limitaciones	6
CAPITULO II. ASPECTOS TECNICOS PARA EL DISEÑO
2.1 Localización	7
2.1.1 Macro-localización	7
2.1.2 Micro-localización.....	8
2.2 Estudio y/o Datos para el Diseño	9
2.2.1 Población.	9
2.2.2 Caracterización Demográfica.	11
2.2.3 Descripción y Levantamiento Topográfico.	12
2.2.4 Aguas Servidas.	14
2.3 Descripción del método de Diseño.....	15
2.3.1 Ecuaciones para cálculos Genéricos de Diseño proyectadas en Excel.....	17

2.3.2 Sistema de Tratamiento Propuesto: (Laguna de Maduración y Laguna Facultativa).....	25
2.3.3 Descripción de SewerGEMS	30
CAPITULO III METODOLOGÍA APLICADA
3.1 Método e instrumento de Recolección de Datos	31
3.2 Método de procesamiento de datos	31
3.3 Procedimiento del procesamiento de datos	32
CAPITULO IV RESULTADOS.....	31
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.1 Conclusiones	66
5.2 Recomendaciones.....	68
ANEXOS.....	66

INDICE DE FIGURAS

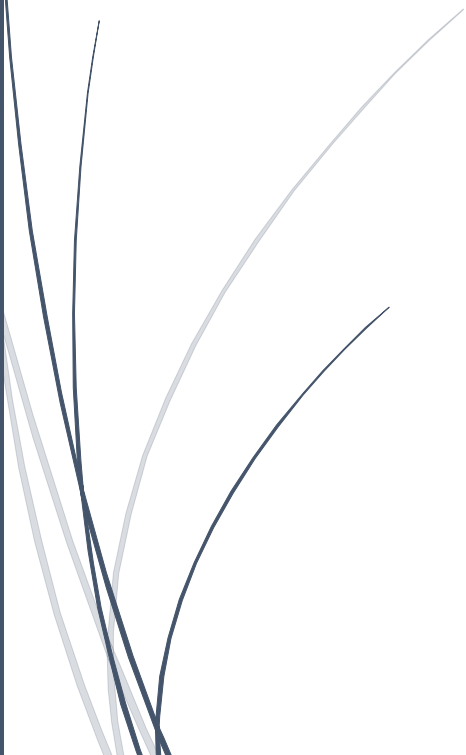
Fig. 1: Macro-localización.....	7
Fig. 2: Micro-localización de la zona de estudio.....	8
Fig. 3: Censo 2005.....	10
Fig. 4: Ficha de BM INETER.....	13
Fig. 5: Verificación de tubería para el caudal de diseño.....	41
Fig. 6: Dimensionamiento con H canal.....	44
Fig. 7: Formulas para el diseño del canal.....	50
Fig. 8: Analisis microbiológico, Aguas arriba, Inmaculada Niña.....	70
Fig. 9: Analisis fisicoquímico, Aguas arriba, Inmaculada Niña.....	71
Fig. 10: Sumideros en los patios de las casas.....	72
Fig. 11: Sumideros.....	72
Fig. 12: Aguas domesticas depositadas en las calles.....	73
Fig. 13: Aguas en las calles.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos Generales de Población.	33
Tabla 2. Resumen de Proyección de población y producción de aguas residuales.	34
Tabla 3. Diámetros, Longitudes y Caudal de infiltración de tuberías.	34
Tabla 4. Datos de Proyección de Población de (2020 a 2042) Y Caudales.	35
Tabla 5. Datos generales para el cálculo de Caudales por cada tramo, Longitud de tub y N° viviendas.	36
Tabla 6. Tabla de Resultados de longitud de tuberías y caudal de infiltración.	36
Tabla 7. Caudal Total de los Tramos.	37
Tabla 8. Tabla de Pozos de Visita, Longitud de Tuberías, N° de Viviendas y Caudales por cada Tramo.	38
Tabla 9. Tabla de Resumen de Tuberías de Validación de Diseño de SewerGEMS.	40
Tabla 10. Tabla de Resumen de Pozos de Visita de Validación con Diseño de Sewergems.	40
Tabla 11. Valores Iniciales para el Cálculo de Caudal de Planta de Tratamiento.	42
Tabla 12. Dimensionamiento de Canal de acceso (sección rectangular).....	43
Tabla 13. Dimensionamiento de Rejas y Rejillas (Pretratamiento).....	45
Tabla 14. Cálculos de Diseño	46
Tabla 15. Datos de Diseño para Dimensionar el Desarenador	46
Tabla 16. Calculo Hidráulico de Desarenador.....	47
Tabla 17. Continuación del Calculo Hidráulico del Desarenador	47
Tabla 18. Dimensiones del Canal de Pharsall.....	48
Tabla 19. Dimensiones del Canal de Parshall según valores de caudal máximo y mínimo	49
Tabla 20. Dimensionamiento del Desengrasador	51
Tabla 21. Cálculos de Dimensionamiento del Desengrasador	51
Tabla 22. Dimensiones de Lagunas Facultativas.....	52
Tabla 23. Cálculo de Dimensiones de Laguna	53
Tabla 24. Estimación de Reducción de Coliformes Fecales (Metodología Thirimurty) .	54

Tabla 25. Continuación. Estimación de Reducción de Coliformes Fecales (Metodología Thirimurty)	54
Tabla 26. Estimación de remoción de DBO (Metodología Marias) y Metodología Thirimurty.....	55
Tabla 27. Estimación de remoción de DBO5 (Metodología Yanez).....	56
Tabla 28. Estimación teórica de remoción de DQO5	56
Tabla 29. Estimación teórica de remoción de sólidos suspendidos	57
Tabla 30. PTAR. San José de los Remates, Sistema de Lagunaje.....	57
Tabla 31. Cálculo de Dimensiones por Laguna.....	58
Tabla 32. Estimación teórica de reducción de Coliformes Fecales (Metodología de Thirimurty).....	60
Tabla 33. Estimación Teórica de Coliformes fecales (Metodología Marias)	60
Tabla 34. Estimación teórica de remoción de DBO5 (Metodología de Marais)	61
Tabla 35. Estimación teórica de remoción de DBO5 (Metodología de Thirimurty)	61
Tabla 36. Estimación de remoción DQO.....	62
Tabla 37. Eficiencia del sistema propuesto	62
Tabla 38. Calidad de las aguas residuales comparada con el decreto 21-2017 de MARENA.	63
Tabla 39. Resumen de Dimensiones de Planta de Tratamiento.....	64
Tabla 40. Tabla de Resumen de Datos Adquiridos para Laguna Facultativa.....	65
Tabla 41. Tabla de Resumen de Datos Adquiridos para Laguna de Maduración	65
Tabla 42. Tabla de Comparación de las aguas residuales según el Decreto 21 -2017 de Marena.	66
Tabla 43: Eficiencia del modelo propuesto	66
Tabla 44: Presupuesto del proyecto	75

CAPITULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS



1.1 Introducción

El sistema de alcantarillado es un elemento fundamental que cada región, municipio y localidad deben tener, ya que este y otros servicios son necesarios para mejorar la calidad de vida de cada lugar. La red de alcantarillado se considera un servicio básico, el acceso al agua potable y al saneamiento es imprescindible para prevenir enfermedades infecciosas y proteger la salud de las personas.

El alcantarillado Sanitario y Tratamiento de aguas residuales demanda de instalaciones cuidadosamente estudiadas, diseñadas y construidas para un buen funcionamiento adaptado en la mejor medida. Por lo tanto, en los sistemas para aguas como las antes mencionadas, se necesita de uno de los diferentes métodos existentes para guiar este tipo de aguas a plantas de tratamiento.

Debido a este tipo de problemas que se presentan cuando no existe un sistema de tratamiento, es importante desarrollar una Propuesta de diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para el casco urbano del Municipio de San José de los Remates, Departamento de Boaco, que permita la ágil evacuación de las aguas grises superficiales y aguas negras de la ciudad, que están afectando principalmente a la salud de la población y la vez provoca un ambiente visual y olfativo desagradable con un entorno antiestético.

Al existir un diseño de alcantarillado sanitario en el casco urbano del Municipio de San José de los Remates, aumentaría su desarrollo socioeconómico y evitaría las enfermedades causadas por disposición superficial de aguas grises, uno de los aspectos más importantes de diseñar el alcantarillado sanitario es que se le estaría brindando a la población lo que como seres humanos necesitamos y merecemos para vivir en un ambiente sano y agradable. Así mismo, los datos y recopilación de información se obtuvieron de Normas técnicas para el diseño como es la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para regular los sistemas de tratamientos de aguas residuales y su reúso (NTON 05 027 – 05). La construcción de la red para aguas residuales tiene como objetivo minimizar las enfermedades provocadas por dichas aguas ayudar al medio ambiente a no ser contaminado.

1.2 Antecedentes

López López, Léster Manuel; Irigoyen Barrios, Ervin Daniel y Zeledón Rivera, Edgar Antonio (2016) en Nicaragua realizaron una investigación donde se presenta la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para el periodo 2017-2036 del casco urbano del municipio de Nandaime, departamento de Granada, con el propósito principal de ayudar al mejoramiento de las condiciones higiénico - sanitarias y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Zamora Herrera, Natahan Abdiel y Meléndez Delgado, Víctor Alfonso (2017). Realizaron una Propuesta de red hidrosanitaria y planta de tratamiento para aguas servidas en el casco urbano del municipio de Villa El Carmen Managua, ya que hay un déficit en servicios básicos, uno de ellos es la necesidad del alcantarillado sanitario, el que ha sido marginado y olvidado por los gobiernos municipales y central dando como resultado una serie de problemáticas de salud y contaminación en el medio ambiente.

Zamorío Delgado, Carolina Gabriela y Centeno, Yindira Estefany (2018) Diseño del sistema hidráulico de Alcantarillado Sanitario para los Barrios Milagros de Dios y Vista Xolotlán, Ciudad de Managua. Los cuales se encuentran presente esta problemática, ubicados en el departamento de Managua, carece de un sistema de Alcantarillado Sanitario., la población usa como medio de saneamiento los sumideros, las aguas domesticas drenan libremente por las calles de este sector y producen malos olores y un ambiente visual muy desagradable.

Berrios Benavides, Samuel Enrique y Cervantes Morales, Blanca Esther (2015). La presente tesis monográfica, se orienta al estudio y a una propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la tercera etapa del barrio Nueva vida en el municipio de ciudad Sandino, departamento de Managua, realizada con la intención de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, a la disminución de contaminación y enfermedades generada por no contar con este servicio. En la fase de investigación se realizó la caracterización del área de estudio.

1.3 Planteamiento del problema

Hoy en día la mayoría de los municipios de Nicaragua no presentan condiciones económicas para la construcción de sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales, por lo que se tienen que realizar estrategias para solucionar estas irregularidades y tratar de mejorar la calidad de vida de los mismos. Cabe señalar que algunos sistemas de alcantarillado que se encuentran en nuestro país se han hecho gracias a ayudas provenientes de países o fundaciones.

La falta de este servicio, incrementa los problemas de insalubridad y la proliferación de enfermedades transmitidas por el mosquito y la mosca en la ciudadanía, generándose además de los problemas de salud, un ambiente poco agradable en su aspecto y la contaminación del suelo y los mantos acuíferos, por lo que se hace necesario proponer una manera de recolección y tratamiento.

Por tanto, el Municipio de san José de los Remates – Boaco, no cuenta con un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento para aguas residuales, por lo que la población tiene que construir pozos de infiltración conocidos mayormente como sumideros, lo cual es un error muy grave ya que la contaminación es letal para los posibles acuíferos que pueden pasar por la zona. Además de que se han visto brotes de enfermedades y mosquitos que nacen de este tipo de aguas, lo cual no es viable para el gobierno ya que hay más insumo de medicinas en los centros de salud por este tipo de problemática.

Debido a lo mencionado anteriormente se plantea un diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el Municipio de San José de los Remates, que permita a los pobladores disponer adecuadamente las aguas servidas provenientes de las actividades diarias del municipio.

1.4 Justificación

Para que un municipio se desarrolle de manera completa debe de contar con los servicios de abastecimiento de agua potable, alcantarillado pluvial y alcantarillado sanitario. Según informe de la organización mundial de la salud (OMS) el saneamiento ambiental puede reducir la incidencia de enfermedades infecciosas entre el 20% y el 80% a través de inhibición de la generación de enfermedades y la interrupción de su transmisión. Por esta razón el aportar los conocimientos de ingeniería para la realización del diseño de alcantarillado en la zona de estudio aportara para el desarrollo del municipio.

Analizando estas circunstancias con la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se pretende disminuir los problemas ambientales que conllevan a los estancamientos de aguas residuales domésticas en las calles y cunetas, ya que esto ayudará a disminuir las enfermedades producto de dichas aguas, y que se incremente el nivel de vida de la población y desarrollo de las comunidades, creando condiciones propicias para los habitantes y así eliminar la proliferación de enfermedades gastrointestinales y otras de carácter hídrico que generará un cuadro de salud pública serio.

Se deberán construir facilidades de recolecta de aguas residuales, además de depurarlas adecuadamente hasta la calidad óptima para su reúso mediante un sistema de tratamiento de aguas residuales en una planta de tratamiento. El proyecto constara en 2 diferentes partes, una es el diseño de alcantarillado que se desarrollara en la mayoría de las calles de este municipio y el de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), que estará a 2.5 km del casco urbano.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General.

- Diseñar un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento para aguas residuales en el Municipio de San José de los Remates – Boaco.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la situación actual del manejo de las aguas residuales.
- Determinar los Parámetros de Diseño usando la norma del Instituto Nacional de Acueducto y Alcantarillado (INAA).
- Realizar una Simulación Hidráulica del sistema de alcantarillado sanitario.
- Estimar los costos de construcción de la obra.

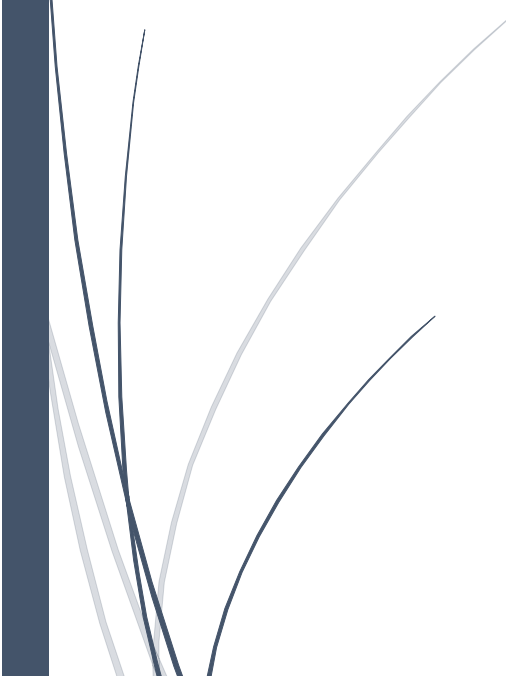
1.6 Alcances

- Se Realizaron Visitas de campo para conocer la zona de estudio y hacer una valoración del sistema de alcantarillado que fuese más viable.
- Se realizó una investigación sobre la población del municipio de San José de los Remates en diferentes instituciones y así hacer un análisis para tomar el dato más exacto.
- Se seleccionó como alternativa el diseño una red de alcantarillado convencional y una planta de tratamiento de Lagunaje.
- Se realizó el diseño de alcantarillado sanitario para 1350 conexiones domiciliarias del municipio.
- Se diseñaron planos constructivos para el proyecto.
- Se llevó a cabo el cálculo de costo y presupuesto de la red de alcantarillado sanitario y Ptar.

1.7 Limitaciones

- Para el cálculo de proyección poblacional no se contó con un censo actual debido al costo económico.
- No se realizaron calicatas y demás pruebas de infiltraciones.
- No se realizaron sondeos geotécnicos de la zona en estudio, ya que el ensayo de suelo para su análisis en un laboratorio tiene un costo económico elevado.
- No se realizaron estudios ambientales.

CAPITULO II. ASPECTOS TECNICOS PARA EL DISEÑO



2.1 Localización

2.1.1 Macro-localización

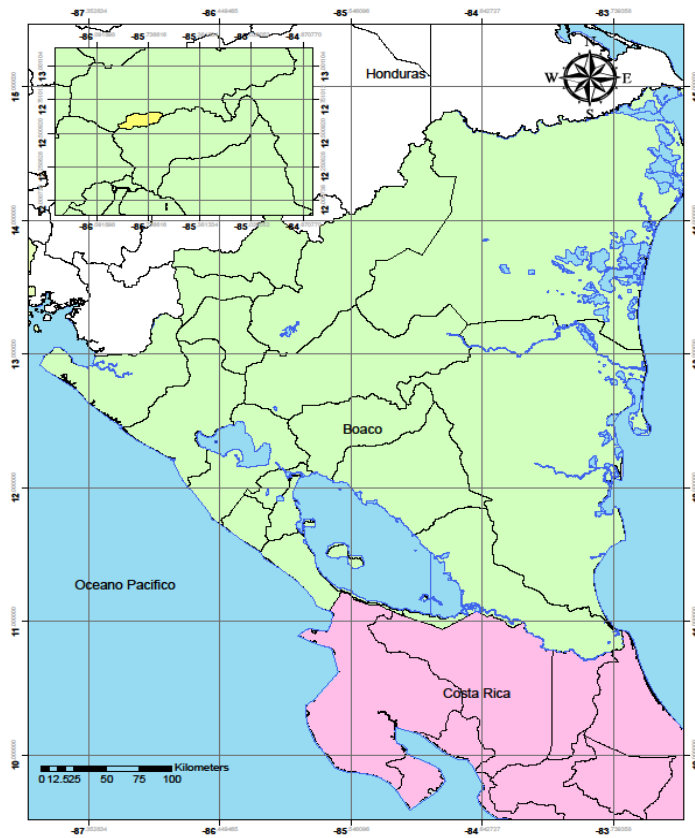


Fig. 1: Macro-localización

Fuente: Propia

2.1.2 Micro-localización

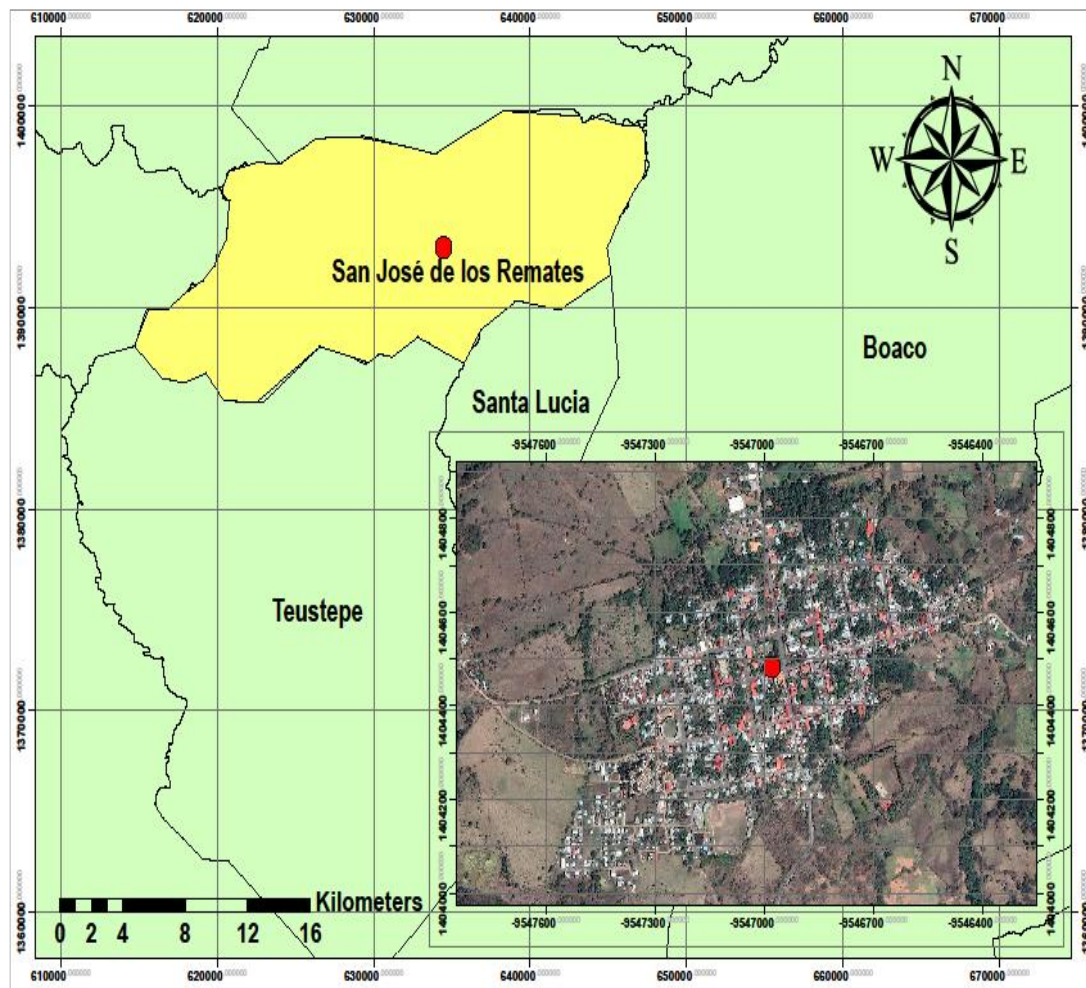


Fig. 2: Micro-localización de la zona de estudio

Fuente: Propia

2.2 Estudio y/o Datos para el Diseño

2.2.1 Población.

Según las estimaciones y proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), en el censo nacional de población y vivienda realizada en el año 2005 la población del casco urbano de San José de los Remates creció de la siguiente manera:

- Año 1971: 842 habitantes
- Año 1995: 1572 habitantes o sea una tasa de crecimiento de 2.64% entre 1971 y 1995
- Año 2005: 1763 habitantes o sea una tasa de crecimiento de 1.15% entre 1995 y 2005

Según los censos de población realizados en el país, la población de San José de los Remates ha crecido durante el transcurso de los años, al pasar de 7,650 habitantes en 2005 a 8518 en el 2020 según las proyecciones que se presenta INIDE en la siguiente tabla, con una tasa de crecimiento del 0.25 por ciento.

Según entrevistas realizadas al Arquitecto Darwin Bustamante encargado de llevar a cabo los proyectos del municipio de san José de los Remates, el poco crecimiento poblacional se asienta al Oeste de la zona donde personas se benefician de donaciones de viviendas. Al no tener datos estadísticos actuales se usará la información de INIDE del censo 2005 haciendo una proyección de Población de 2020 a 2042.

Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento para el Municipio de San José de los Remates-Boaco.

Municipio, Año y Tasa de Crecimiento	Ambos Sexos	Hombres	Mujeres
SAN JOSÉ DE LOS REMATES			
2005	7 973	4 097	3 876
2006	8 015	4 117	3 898
2007	8 057	4 136	3 921
2008	8 097	4 155	3 942
2009	8 149	4 179	3 970
2010	8 186	4 197	3 989
2011	8 229	4 216	4 013
2012	8 271	4 235	4 036
2013	8 310	4 254	4 056
2014	8 346	4 271	4 075
2015	8 381	4 287	4 094
2016	8 415	4 307	4 108
2017	8 447	4 327	4 120
2018	8 477	4 346	4 131
2019	8 502	4 362	4 140
2020	8 518	4 360	4 158
Tasa de Crecimiento			
2005 - 2010	0.5	0.5	0.6
2010 - 2015	0.4	0.3	0.4
2015 - 2020	0.3	0.3	0.3

Fig. 3: Censo 2005

Fuente: INIDE

2.2.2 Caracterización Demográfica.

El Municipio de San José de los Remates pertenece al departamento de Boaco y está ubicado al noroeste de la ciudad de Boaco y a 96 Km al noreste de Managua, capital de la República de Nicaragua. San José de Los Remates se encuentra en las siguientes coordenadas 12° 35' Latitud Norte y 85° 45' Longitud Oeste.

Según (Boaco, s.f.) en el año 1971 el municipio de San José de los Remate contaba con una población de 4,746 habitantes, duplicándose en sólo 24 años, al pasar a 7,646 habitantes en 1995, experimentando una tasa 3 de crecimiento promedio anual de 2.01% en el periodo 1971-1995. Hacia 2000 la población del municipio creció a una tasa promedio anual de 1.34 por ciento ascendiendo a 8,200 habitantes.

Este crecimiento demográfico ha significado que la densidad de población del municipio se haya incrementado de 16.92 Hab./Km² en 1971 a 27.26 Hab./Km² en 1995, elevándose a 29.24 Hab./Km². en el 2000. La densidad demográfica municipal es inferior al promedio nacional que para 1995 era de 35.9 Hab./ Km². La población del municipio de SAN JOSE DE LOS REMATES representa 6.86 por ciento del total departamental de la población de Boaco. La a Topografía del Municipio de San José de los Remates para realizar el diseño de la red de alcantarillado fue facilitada por la alcaldía municipal ya que no se contaban con recursos económicos para pagar un equipo topográfico que realizara el levantamiento.

2.2.3 Descripción y Levantamiento Topográfico.

El territorio municipal, posee una topografía irregular y muy accidentada cuyo relieve oscila entre el 50% y 75% en su mitad oriental, donde se encuentran las montañas de Cerro Alegre, La Pelona, Cerro el Padre, El Bonete, La Virgen y otras elevaciones de menor significación. San José de los Remates presenta una topografía accidentada, con pendientes entre 50 y 75% en la mayor parte correspondiente a la micro zona húmeda.

En el área se pueden observar importantes macizos montañosos, tal es el caso del cerro Alegre designada como área de reserva natural según decreto presidencial # 42-91 del 04/11/91 con 5000 ha, así como cerro la Pelona, Cerro El Padre, EL Bonete y La Virgen, sitios con abundante biodiversidad biológica.

Se realizó levantamiento topográfico, con equipo centimétrico PROMARK 3, en el casco Urbano, Ubicado en el Municipio de la San José de los Remates, Departamento de Boaco, Nicaragua. Se ubicaron 12 mojones a una distancia aprox. 5 Km, de un BM 3053-III-1 BM - N° BO10 de INETER marcado en la placa de bronce sobre cilindro de concreto.

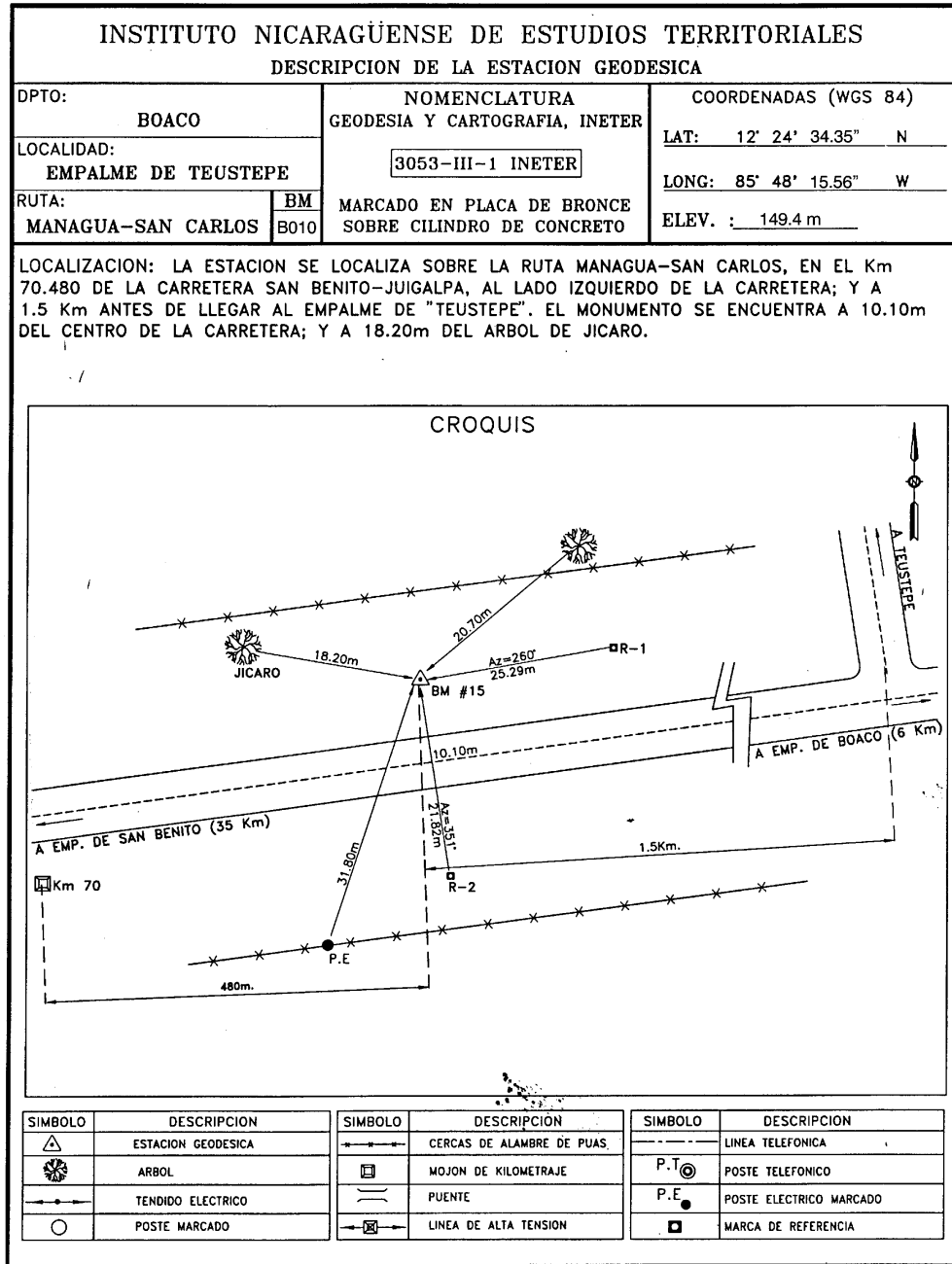


Fig. 4: Ficha de BM INETER

Fuente: Alcaldía de San José de los Remates

2.2.4 Aguas Servidas.

En la actualidad San José de los Remates no cuenta con servicios de alcantarillado sanitario, el medio comúnmente empleado el sistema de letrinas tradicionales y sumideros. En el casco urbano las aguas servidas y pluviales corren siguiendo el drenaje natural de las pendientes, lo cual ocasiona inundaciones y erosión de los suelos.

Según información de la Alcaldía Municipal de San José de los Remates se realizaron análisis fisicoquímicos y de Microbiología de las Aguas Residuales en el Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA de UNAN Managua), de zonas donde se recogen dichas aguas, (ver en Anexos.)

- Análisis Microbiología Aguas Arribas, Inmaculada Niña. (Ver Anexos)
- Análisis Físico Químico Aguas Arriba, Inmaculada Niña. (Ver Anexos)

2.3 Descripción del método de Diseño

Este capítulo presenta las ecuaciones y criterios de diseño, que regirán los cálculos y dimensionamiento de los elementos que componen el Sistema de Alcantarillado Sanitario para las aguas residuales del casco urbano de la localidad de San José de los Remates.

Estos obedecen a la Guía Técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales elaboradas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

- **Red de Alcantarillado Sanitario:** El tipo de sistema de alcantarillado sanitario diseñado será de tipo convencional, es decir solamente para conducir aguas residuales de origen doméstico.
- **Material de la tubería:** El tipo de material para el sistema de alcantarillado sanitario será de PVC – SDR- 41.
- **Velocidad Máxima:** La velocidad máxima permisible será de 3.0 m/s.
- **Velocidad Mínima:** La velocidad mínima de 0.60 m/s tomada en cuenta corresponde a la velocidad mínima teórica a tubo lleno.
- **Diámetro mínimo para las conexiones domiciliarias y sistema condominial:** El diámetro mínimo para las conexiones domiciliarias será de 100mm (4”).
- **Diámetro mínimo para la red de recolección:** El diámetro mínimo para la red de recolección de aguas servidas será de 150mm (6”).

- **Cobertura mínima de la tubería:** En el diseño se deberá mantener, en las vías, una cobertura mínima de 1.20 m sobre la corona de la tubería en toda su longitud. En el caso del sistema de alcantarillado sanitario simplificado se permitirán coberturas de hasta 0.80 m., solamente si hay seguridad de que no habrá tránsito pesado de automotores.
- **Ubicación de las alcantarillas:** Las normas nicaragüenses rigen las siguientes reglas para la instalación. En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se deberán ubicar al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se deberán ubicar al Oeste de la línea central de la vía. En caso de pistas de gran anchura se deberán colocar dos líneas, una en cada banda de la pista. Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal entre 3.00 m y 1.50 m.

2.3.1 Ecuaciones para cálculos Genéricos de Diseño proyectadas en Excel

Tabla 1: Tabla de caudales

- **Las primeras tres columnas (columna 1 a Columna 3)** de la tabla de Caudales son iguales a las primeras 3 columnas de la tabla topográfica.
- **Columna 4: Longitud servida**
- **Columna 5: Longitud Acumulada**
- **Columna 6: Población servida:** Es la cantidad de habitantes por tramo en cada vivienda, 6hab por vivienda. El número de viviendas por tramo obtenido de la información de campo y catastro brindado por ENACAL.

$$\text{Habitantes} = (\# \text{ Viviendas por tramo}) * (\# \text{ Habitantes por casa}) \quad (\text{Ecuación 1})$$

- **Columna 7: Población Acumulada**
- **Columna 8: Factor de Harmon**

$$FH = (1 + (14 / (4 + \sqrt{(Longitud\ Acumulada / 1000)}))) \quad (\text{Ecuación 2})$$

- **Columna 9: Factor de Harmon de diseño:** Su valor es 3 si el factor de Harmon calculado es mayor a 3
- **Columna 10: Caudal Medio:** Es el caudal medio obtenido para realizar el estudio de caudales, calculado como el 80% de retorno del caudal de diseño de agua potable.

$$Q_{med} = (Poblacion)(Dotacion)(0.8) \quad (\text{Ecuación 3})$$

➤ **Columna 11: Caudal mínimo.**

$$Q_{min} = 1/5 Q_{med} \quad (\text{Ecuación 4})$$

➤ **Columna 12: Caudal Máximo:** Es el caudal máximo calculado a través de la población total calculada.

$$Q_{max} = Q_{med} \times (1 + (14/4 + \sqrt{poblacion/1000})) \quad (\text{Ecuación 5})$$

➤ **Columna 13: Caudal de Infiltración:** El diseño es de tubería de PVC se le asigna un caudal de 2L/hora/100m de tubería por cada 25 mm de diámetro.

➤ **Columna 14: Caudal Especial:** Caudal especial, está conformado por el caudal institucional, comercial y público, los cuales suman un 9.58% de caudal medio.

$$Q_{esp} = 9.58\% \times Q_{med} \quad (\text{Ecuación 6})$$

➤ **Columna 15: Caudal de Diseño (Tramo):** El caudal de diseño (tramo), es la suma de caudales anteriores por tramo.

$$Q_{diseño} = Q_{med} + Q_{inf} + Q_{esp} \quad (\text{Ecuación 7})$$

✚ Tabla 2: Tabla hidráulica

- **Las primeras nueve columnas (columna 1 a Columna 9)** son iguales a las primeras nueve columnas de la tabla topográfica.

- **Columna 10: Caudal de diseño:** La columna 10 es igual a la columna 15 de la tabla de caudales

- **Columna 11: Q_{ll} :** El caudal a tubo lleno se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{ll} = A_{ll} \times V_{ll} \quad (\text{Ecuación 8})$$

- **Columna 12: V_{ll} :** La velocidad a tubo lleno se determina de la siguiente forma:

$$V_{ll} = (1/n^h) * R * ((2/3)^{1/2}) \quad (\text{Ecuación 9})$$

- **Columna 13: V_{dis} :** Velocidad de diseño, se determina a partir de la relación V_d/V_{ll}

$$V_d = (V_{dis}/V_{ll}) \times (V_{ll}) \quad (\text{Ecuación 10})$$

- **Columna 14: Q_{dis}/Q_{ll} :** Relación entre caudal de diseño y caudal a tubo lleno.

$$Q_{diseño}/Q_{ll} = (Q_{ajustado}/1000) / (Q_{ll}) \quad (\text{Ecuación 11})$$

- **Columna 15: V_{dis}/V_{ll} :** Relación de velocidad de diseño y velocidad a tubo lleno

- **Columna 16: d/D :** Relación de diámetros.

- **Columna 17: d :** Diámetro de diseño, como el diámetro calculado es menor que el mínimo, se deja el mínimo de las normas que es de 0.15 m.

$$d = (d/D \times \Phi_{metros} \times 100) \quad (\text{Ecuación 12})$$

✚ Tabla 3: Tabla Topográfica

- **Columna 1: Tramo:** Los tramos van de pozo a pozo siguiendo la pendiente topográfica de la tubería.
- **Columna 2: PVS (De):** Es el pozo de visita donde comienza el tramo de la tubería.
- **Columna 3: PVS (A):** Es el pozo de visita donde termina el tramo de la tubería.
- **Columna 4: Elevación de terreno (A. Arriba):** Es la elevación de terreno aguas arribas, medidas en msnm (metros sobre el nivel del mar).
- **Columna 5: Elevación de terreno (A. Abajo):** Es la elevación natural del terreno aguas abajo (A. Abajo) medidas en msnm.
- **Columna 6: Longitud:** Es la distancia en metros que hay entre un pozo de visita al siguiente, considerando que esta distancia tiene que ser menor o igual a 100 metros.
- **Columna 7: Pendiente del terreno.**

$$S \text{ m/m} = S\%/100 \quad \text{(Ecuación 13)}$$

- **Columna 8: Pendiente de tubería %**

$$S\% = (Elev. Inv A. Arriba - Elev. Inv A. Abajo/Long)*100 \quad \text{(Ecuación 14)}$$

- **Columna 9: Diámetro de tubería (DIÁM. (m)):** Diámetro de las tuberías en dependencia de 6” y 8” si es subcolectora o colectora respectivamente.

- **Columna 10 y columna 11: Corona de la tubería:** Es la elevación de la corona de las tuberías de cada tramo al terminar la profundidad de los pozos de visita.

$$Elev. Corona = Elevación Invert entrada/salida - \emptyset \quad (\text{Ecuación 15})$$

- **Columna 12: Elevación Invert (PVS A. Arriba):** Es la elevación de fondo de los pozos iniciales de cada tramo de tubería.

$$Elev. Inv(PVS A. arriba) = Elev. Terreno A. Arriba - H pozo \quad (\text{Ecuación 16})$$

- **Columna 13: Elevación Invert (PVS A. Abajo):** Es la elevación de fondo de los pozos finales de cada tramo de tubería.

$$Elev. Inv(PVS A. abajo) = Elev. Terreno A. Abajo - H pozo \quad (\text{Ecuación 17})$$

- **Columna 14 y columna 15: Hpozo aguas arriba/abajo:** Es la altura de cada pozo de visita siendo la mínima 1.2m + \emptyset de la tubería

- **Columna 21: RH: Radio hidráulico de diseño.**

$$Rh = (Rh / Rll \times Rh ll) \quad (\text{Ecuación 18})$$

- **Columna 22: T: Tensión tractiva o fuerza de arrastre**

$$T = (9810 \times Rh \times S) \quad (\text{Ecuación 19})$$

✚ Tabla 4: Tablas para movimiento de tierra (PVS y Tuberías)

Descripción para los pozos de visita

- **Columna 1: Numero de pozos de visita.**
- **Columna 2: Unidades del volumen de excavación.**
- **Columna 3: V. Exc (m³):** Es el volumen de excavación en metro cúbico por cada pozo de visita.

$$VExc = 3.1416/4 \times \emptyset^2 \times Hpozo \quad \text{(Ecuación 20)}$$

- **Columna 1: Nombre:** Contiene el acápite de Tramos, Longitud y volúmenes de excavación
- **Columna 2: Unidades de medida**
- **Columna 3 y Columna 4: Colector principal y Colector secundario:** En su anotación están cuantos tramos tiene, Longitud de tubería y volumen de excavación. El volumen de excavación se calculó a través de la siguiente formula

$$\text{Vol. Exc.} = ((\text{Elev. T PVS Arriba} - \text{Elev. I PVS Arriba}) + (\text{Elev. T PVS abajo} - \text{Elev. I abajo})/2) * \text{Ancho} * \text{Longitud de los tramos de tubería totales.} \quad \text{(Ecuación 21)}$$

✚ Tabla 5: Tablas para diseño del sistema de tratamiento

✚ Tabla 6: Tabla de datos para el diseño del canal de entrada

- **La tabla 21 (apéndice 1):** muestran los datos para el diseño del canal de entrada a la PTAR como: La población y la Dotación, ancho del canal coeficiente de Manning y borde libre (INAA,05)
- **Resultados para el diseño del canal de entrada:** Para el dimensionamiento del canal de entrada se utilizó la fórmula de Manning

$$v = \frac{1}{2} R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ecuación 22})$$

✚ Tabla 8: tabla para diseño de las rejas y rejillas

Muestra los datos de entrada para el dimensionamiento de las rejas y se utilizó la pérdida de carga mediante la fórmula de Kirschmer la cual se determina la pérdida d obstrucción rejillas limpia

$$H1 \beta * \left(\frac{W}{b}\right)^{\frac{4}{3}} * h \text{sen}\theta \quad (\text{Ecuación 23})$$

 **Tabla 10-11: tabla de datos y diseño del desarenador**

Para el área de la sección transversal del desarenador:

$$A = \frac{Q}{v_1} \quad (\text{Ecuación 24})$$

Para el ancho del techo en la parte superior se calcula con:

$$T = \frac{3A}{2H} \quad (\text{Ecuación 25})$$

Para el tiempo de sedimentación:

$$t = \frac{h}{v_s} \quad (\text{Ecuación 26})$$

Para la longitud del desarenador:

$$L = \frac{hV_1}{v_s} \quad (\text{Ecuación 27})$$

2.3.2 Sistema de Tratamiento Propuesto: (Laguna de Maduración y Laguna Facultativa)

LAGUNAS DE MADURACIÓN

Las lagunas de maduración son eficientes en la remoción de patógenos, nutrientes y algas, debido a ello se utilizan como sistemas tratamiento. El sistema incluirá una lagunas de maduración con dimensiones individuales, longitud 133.7 m, ancho 66.09 m, profundidad (sin lodos) 1.5 m.

El sistema de tratamiento de aguas residuales de la Ciudad comprenderá los procesos siguientes:

- **Canal de entrada y Rejas**

Este caudal ingresa al sistema de tratamiento hacia un canal de aproximación de concreto de 0.80 m de ancho con una longitud de 10 metros ubicado a la entrada del predio donde se implantarán las obras de tratamiento, en dichos canales se han insertado en serie dos rejillas, una de ellas para retener sólidos gruesos, seguido de la segunda para la retención de sólidos finos (ver detalle en planos).

La función de las rejillas es la de evitar el ingreso de sólidos al tratamiento primario de la planta.

- **Desarenador**

Después del proceso de remoción de sólidos de las aguas crudas, se construirá un desarenador de concreto reforzado con el fin de remover partículas sedimentables tales como gravas y arenas. Este desarenador está constituido de dos módulos independientes y aislables con dimensiones de ancho de 1 m y longitud de 15 m. El mantenimiento de un módulo consiste en aislarlo por medio de una compuerta de acero inoxidable.

- **Período de retención**

En relación con parásitos en aguas residuales, los nemátodos intestinales son considerados como indicadores, de tal modo que su remoción implica la remoción de otro tipo de parásitos. Para una adecuada remoción de nemátodos intestinales en un sistema de lagunas se requiere un período de retención de 10 días como mínimo.

- **Carga superficial**

Para la remoción de DBO deberá usarse la ecuación siguiente:

$$C_{sr} = 0.941 C_{sa} - 7.16 \quad (\text{Ecuación 28})$$

C_{sr} = remoción

C_{sa} = carga aplicada

- **Profundidad**

La profundidad de la laguna deberá variar entre 0.90 y 1.50 m

- **Reducción de bacterias**

Las lagunas de maduración deberán dimensionarse para alcanzar la remoción bacterial necesaria de acuerdo a los criterios de calidad exigidos. Deberá tenerse en cuenta la remoción lograda en los sistemas de tratamiento antecedentes.

La reducción de bacterias en cualquier tipo de laguna deberá ser determinada en términos de coliformes fecales, como indicadores. Para tal efecto el proyectista deberá usar el modelo de flujo disperso, con los coeficientes de mortalidad netos que se indican para las diferentes formas de lagunas.

El factor de dispersión (d) para uso en el modelo de flujo disperso para las diferentes formas de lagunas en función de la relación largo/ancho, se indican a continuación:

Largo/Ancho	Factor (d)
1	1.00
2	0.50
4	0.25
8	0.12

- **Coefficiente de mortalidad**

El coeficiente de mortalidad neto podrá ser corregido con la siguiente relación de Dependencia de la temperatura:

$$K_T = K_{20} (1.07)^{T-20} \quad \text{(Ecuación 29)}$$

En donde:

K_T = coeficiente de mortalidad neto a la temperatura T en °C

K_{20} = coeficiente de mortalidad neto a 20° C.

- **Consideraciones hidráulicas**

Deberán tenerse en cuenta las mismas condiciones recomendadas para las lagunas anaeróbicas.

LAGUNAS FACULTATIVAS

Las lagunas facultativas son aquellas que poseen una zona aerobia y una zona anaerobia, situadas respectivamente en superficie y fondo. Por tanto, en estas lagunas podemos encontrar cualquier tipo de microorganismo, desde anaerobios estrictos en el fango del fondo hasta aerobios estrictos en la zona inmediatamente adyacente a la superficie. Sin embargo, los seres vivos más adaptados al medio serán los microorganismos facultativos, que pueden sobrevivir en las condiciones cambiantes de oxígeno disuelto típicas de estas lagunas a lo largo del día y del año.

Además de las bacterias y protozoos, en las lagunas facultativas es esencial la presencia de algas, que son las principales suministradoras de oxígeno disuelto. A diferencia de lo que ocurre con las lagunas anaerobias, el objetivo perseguido en las lagunas facultativas es obtener un efluente de la mayor calidad posible, en el que se haya alcanzado una elevada estabilización de la materia orgánica, y una reducción en el contenido en nutrientes y bacterias coliformes, (Cruz Poveda & Espinoza Sandoval, 2018).

Las lagunas facultativas resultan ser sistemas de tratamiento muy eficientes ya que su funcionamiento es tanto anaerobio como aerobio, debido a ello se propuso el uso de las mismas en este diseño de tratamiento. El sistema de Laguna Facultativa tendrá dimensiones individuales, longitud 120 m, ancho 56.49 m, profundidad (sin lodos) 1.50 m.

Las características principales de este tipo de lagunas son: el comensalismo entre algas y bacterias en el estrato superior, y la descomposición anaeróbica de los sólidos sedimentados en el fondo. Su utilización como unidad de tratamiento en un sistema de lagunas puede ser:

1. Como laguna primaria única (caso de climas fríos en los cuales la carga de diseño es tan baja que permite una adecuada remoción de bacterias) o seguida de una laguna secundaria y/o terciaria (normalmente referida como laguna de maduración).
2. Como una unidad secundaria después de lagunas anaeróbicas o aireadas, para cumplir el propósito de procesar sus efluentes a un grado mayor.

- **Carga orgánica superficial**

Existen numerosas correlaciones que permiten calcular la carga orgánica superficial máxima. El proyectista está en libertad de escoger la correlación a utilizar, tomando en cuenta las condiciones locales. Sin embargo, debe corroborar los resultados con algunas fórmulas que han demostrado ampliamente su validez, entre las cuales: McGarry, Pescod, Yáñez, Gloyna etc.

- **Período de retención**

El tiempo de retención hidráulico para lagunas facultativas deberá estar dentro de un rango de 5 a 30 días.

- **Profundidad**

Para evitar crecimiento de plantas acuáticas con raíces en el fondo, la profundidad de las lagunas deberá estar por encima de 1.20 m. La profundidad varía entre 1.50 y 2.50 m siendo la profundidad mínima recomendada igual a 1.50 m.

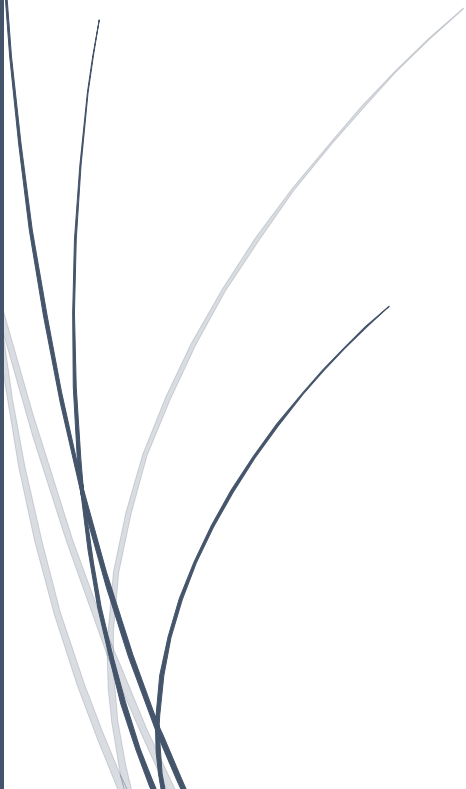
2.3.3 Descripción de SewerGEMS

Es un programa que nos sirve como herramienta para la simulación de sistemas de alcantarillado incluyendo sus componentes como pozos de mantenimiento, descargas, aliviaderos, coberturas, quebradas, tuberías, entre otros. Esta herramienta nos permite modelar de manera conjunta o separada redes de aguas de lluvias, aguas residuales y combinados de forma que podamos realizar, Análisis hidráulico y Diseño de redes

Simplifica el proceso de modelado para que tenga más tiempo para solucionar problemas de ingeniería como aguas residuales, tales como mejorar la capacidad y limitar los desbordamientos de las alcantarillas, los cuales permiten a los servicios públicos cumplir con la normativa establecida por las autoridades.

Permite adaptarse a cualquier tipo de instalación y de análisis, ya que pueden definirse los principales elementos hidráulicos existentes en una red de alcantarillado, tales como tuberías, CBD, bombas, imbornales. A la vez que nos permite incorporar cualquier tipo de material y forma de la sección de las conducciones sanitarias. (eadic, 2021)

CAPITULO III METODOLOGÍA APLICADA



3.1 Método e instrumento de Recolección de Datos

Para la recolección de información se hicieron entrevistas a personas encargadas de proyectos de la Alcaldía Municipal de San José de los Remates, para lo cual facilitaron primeramente la topografía de toda la zona de estudio y donde anteriormente se describe el método por el cual se hizo el levantamiento topográfico, (Burgos Bustamante, 2021).

Los estudios de aguas residuales fueron realizados en el Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua), lo cual también fue facilitado por la alcaldía Municipal de dicho pueblo.

Para el estudio de población facilitaron datos en el Centro de Salud del Municipio lo cual fueron comparados con los datos poblacionales de INIDE del censo de 2005 siendo los que finalmente se utilizaron para realizar posteriores estudios. También se realizó investigación en internet en páginas de INETER para conocer sobre diferentes datos respecto al municipio como son: el tipo de clima, suelos y ubicación.

3.2 Método de procesamiento de datos

La Topografía de la zona de estudio fue analizada en AutoCAD Civil 3D para llevar a cabo el trazado de la red de alcantarillado. Al tener los estudios de aguas residuales se utilizaron los datos de coliformes totales para saber si cumplía con los criterios de diseño de la Planta de Tratamiento.

Para Proyectar la Población del Municipio se utilizó el método geométrico la cual se insertó en una hoja de Excel y así obtener también datos genéricos de diferentes Caudales para seguidamente utilizarlos en Swergen para el diseño Hidráulico de la red de alcantarillado. Los datos del tipo de suelo investigados dieron una idea de los criterios de construcción que debe llevar la red de alcantarillado y la Planta de Tratamiento.

3.3 Procedimiento del procesamiento de datos

Para comenzar a realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario se consideró la población del municipio de San José de los Remates extraída del último censo nacional de 2005, por lo que se tuvo que proyectar por el método geométrico para obtener una población de 2020 hasta 2042 ya que se toma en cuenta para el cálculo de caudal que durante ese tiempo la planta de tratamiento va ir recibiendo y el diseño que debe tener respecto a ello.

De igual modo se realizó el cálculo de caudal mínimo, medio, máximo, infiltración, comercial, publico e industrial, para ello se ingresaron las formulas antes descritas en una hoja de Excel. Para el cálculo de caudales por tramo se trabajó otra hoja de Excel por lo que para ello se tomaron en cuenta los tramos donde va cada pozo de visita con su debida longitud, número de viviendas, habitantes/viv, y demanda humana esto para calcular el dimensionamiento de tuberías, diámetro, demanda de caudal en cada pozo de visita y así obtener el caudal de Diseño.

Teniendo el caudal de diseño se extraen los datos de Excel y se integran al programa de Swergems una vez que se tiene el modelo topográfico de la zona, para seguidamente ubicar los pozos de visita en las cuadra de cada calle, a partir de ello de hace el trazado de las tuberías de nodo a nodo, para finalmente insertar las longitudes, diámetro de tuberías, caudales de diseño, elevaciones en cada PVS y poder correr el modelo hidráulico para conocer si hay algún error en la red o simplemente asesorarse de que está bien.

CAPITULO IV RESULTADOS

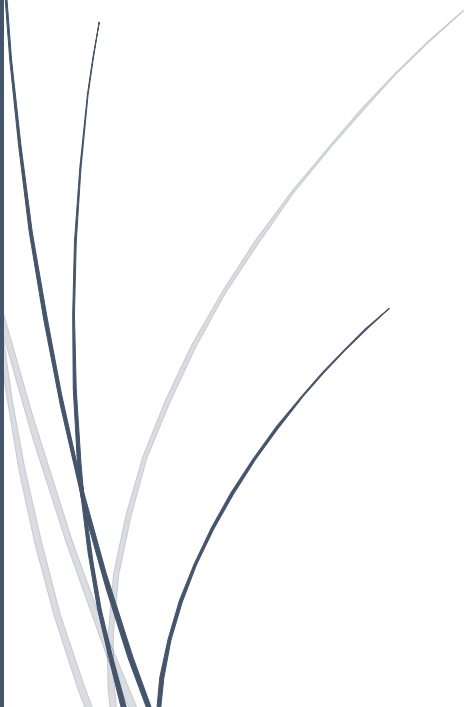


Tabla 1. Datos Generales de Población.

Ubicación	San Jose	
Año	2020	
Población	8,518	
Tasa	2.5	%
Dotación hasta 2024	110	lppd
Pob<10000	105	lppd

Dotación 2042+	110	lppd
Pob<10,000	105	lppd

Nota: Fuente: Propia

Para proyectar la población del municipio de San José de los Remates se usó el método geométrico ya que Norma INNA tiene como criterio lo siguiente: Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico.

Cabe señalar que en el censo de 2005 la tasa de crecimiento proyectada para San José de los Remate es del 0.25 %, por lo que se tuvo que tomar el criterio de la norma INNA, lo cual describe lo siguiente: Menor del 2.5%, la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.

La dotación de agua potable se consideró de 105 litros habitantes días, cuando la población fuese menos de 10,000 personas, pero cuando este incremento mayor a 10,000 se tomó en cuenta que esta era de 110 litros habitantes por día, a como lo establece la norma NTON-005-027. La población en el año 2020 es de 8518, la demanda en ese año es de 26.76 l/s, se proyectó esta población hasta el año 2042 con un total de 14,664 utilizando el método geométrico. La demanda de agua total en ese año es de 44.88 l/s.

Tabla 2. *Resumen de Proyección de población y producción de aguas residuales.*

Proyeccion de Poblacion y Produccion de Aguas Residuales		
Año	Poblacion	Caudal de Diseño (l/s)
2020	8518	26.76
2025	9637	31.38
2030	10904	34.87
2035	12337	38.75
2040	13958	43.04
2042	14664	44.88

Nota: Fuente: Propia

Tabla 3. *Diámetros, Longitudes y Caudal de infiltración de tuberías.*

Diam(mm)	long(m)	Infiltración	
		l/h	l/s
150	6,398.70	767.84	0.21
200	460.10	73.62	0.02
250	211.80	42.36	0.01
300	139.40	33.46	0.01
Total	7,210.00	917.276	0.25

Nota: La tabla N°3 representa los resultados de la tabla de proyección de población y Caudales que se muestra a continuación:

Fuente: Propia

Tabla 4. Datos de Proyección de Población de (2020 a 2042) Y Caudales.

Producción de Aguas Residuales																
Año	Población	Demanda Humana (D.H)		Caudal de Aguas Residuales (0.80*D.H) (l/s)	Factor de Hamon $F.H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$		Producción de Aguas Residuales		Caudal de Infiltración (l/s) (0.00556 l/km x25mm)	Demanda Institucional				Caudal de Diseño (l/s)	Producción Promedio de Aguas Residuales (l/s)	Caudal de diseño Tratamiento (l/s)
		l/día	l/s		Calculado	Propuesto	Qmin. (l/s) (1/5*Qm)	Q max (l/s) (F.H*Qm)		Comercial (l/s)	Público Institucional (l/s)	Industrial (l/s)	Subtotal (l/s)			
2020	8,518	894,390.00	10.35	8.28	3.02	3.00	1.66	24.84	0.25	0.72	0.72	0.21	1.66	26.76	9.94	10.19
2021	8,731	916,755.00	10.61	8.49	3.01	3.00	1.70	25.47	0.25	0.74	0.74	0.21	1.70	27.42	10.19	10.44
2022	8,949	939,645.00	10.88	8.70	3.00	3.00	1.74	26.10	0.25	0.76	0.76	0.22	1.74	28.10	10.44	10.70
2023	9,173	963,165.00	11.15	8.92	2.99	2.99	1.78	26.68	0.25	0.78	0.78	0.22	1.78	28.72	10.70	10.96
2024	9,402	987,210.00	11.43	9.14	2.98	2.98	1.83	27.25	0.25	0.80	0.80	0.23	1.83	29.33	10.97	11.22
2025	9,637	1011,885.00	11.71	9.37	2.97	2.97	1.87	27.83	0.25	0.82	0.82	0.23	1.87	29.96	11.24	11.50
2026	9,878	1037,190.00	12.00	9.60	2.96	2.96	1.92	28.43	0.25	0.84	0.84	0.24	1.92	30.60	11.52	11.78
2027	10,125	1113,750.00	12.89	10.31	2.95	2.95	2.06	30.41	0.25	0.90	0.90	0.26	2.06	32.73	12.38	12.63
2028	10,378	1141,580.00	13.21	10.57	2.94	2.94	2.11	31.06	0.25	0.92	0.92	0.26	2.11	33.43	12.68	12.94
2029	10,638	1170,180.00	13.54	10.84	2.93	2.93	2.17	31.72	0.25	0.95	0.95	0.27	2.17	34.15	13.00	13.26
2030	10,904	1199,440.00	13.88	11.11	2.92	2.92	2.22	32.40	0.25	0.97	0.97	0.28	2.22	34.87	13.33	13.58
2031	11,176	1229,360.00	14.23	11.38	2.91	2.91	2.28	33.09	0.25	1.00	1.00	0.28	2.28	35.62	13.66	13.91
2032	11,456	1260,160.00	14.59	11.67	2.90	2.90	2.33	33.79	0.25	1.02	1.02	0.29	2.33	36.38	14.00	14.26
2033	11,742	1291,620.00	14.95	11.96	2.89	2.89	2.39	34.50	0.25	1.05	1.05	0.30	2.39	37.15	14.35	14.61
2034	12,036	1323,960.00	15.32	12.26	2.87	2.87	2.45	35.24	0.25	1.07	1.07	0.31	2.45	37.94	14.71	14.97
2035	12,337	1357,070.00	15.71	12.57	2.86	2.86	2.51	35.98	0.25	1.10	1.10	0.31	2.51	38.75	15.08	15.33
2036	12,645	1390,950.00	16.10	12.88	2.85	2.85	2.58	36.74	0.25	1.13	1.13	0.32	2.58	39.57	15.46	15.71
2037	12,961	1425,710.00	16.50	13.20	2.84	2.84	2.64	37.52	0.25	1.16	1.16	0.33	2.64	40.41	15.84	16.10
2038	13,285	1461,350.00	16.91	13.53	2.83	2.83	2.71	38.31	0.25	1.18	1.18	0.34	2.71	41.27	16.24	16.49
2039	13,617	1497,870.00	17.34	13.87	2.82	2.82	2.77	39.12	0.25	1.21	1.21	0.35	2.77	42.15	16.64	16.90
2040	13,958	1535,380.00	17.77	14.22	2.81	2.81	2.84	39.94	0.25	1.24	1.24	0.36	2.84	43.04	17.06	17.31
2041	14,307	1573,770.00	18.21	14.57	2.80	2.80	2.91	40.79	0.25	1.28	1.28	0.36	2.91	43.95	17.49	17.74
2042	14,664	1613,040.00	18.67	14.94	2.79	2.79	2.99	41.64	0.25	1.31	1.31	0.37	2.99	44.88	17.92	18.18

Nota: Fuente: Propia

Luego de haberse realizado la tabla de proyección de población de 2020 a 2042 y los diferentes caudales de Demanda institucional como es el Q Infiltración, Q comercial, Q institucional e Industrial, se procede a llevar los caudales de diseño al programa de Swergen para así poder calcular los caudales de los pozos de visita por cada uno de los tramos, lo cual son 68 PVS. Y que se presenta seguidamente. Cabe resaltar que se cumple con el criterio de la tensión de arrastre

Tabla 5. Datos generales para el cálculo de Caudales por cada tramo, Longitud de tub y N° viviendas.

No. Viviendas =	2,324	Dotación de Agua Potable =	27.5	gpm
Habitantes/viv. =	6.3099	Lon. Tub. Total=	7,210.00	
Población =	14664			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 6. Tabla de Resultados de longitud de tuberías y caudal de infiltración.

Diam(mm)	long(m)	Infiltración	
		l/h	l/s
150	6,294.00	755.28	0.21
200	460	73.60	0.02
250	211.8	42.36	0.01
300	139.4	33.46	0.01
Total	7,105.20	904.70	0.25

Nota: Fuente: Propia

Tabla 7. Caudal Total de los Tramos.

Caudal Total de cada uno de los Tramos.
44.88 lps

Nota: En las tablas N° 5, 6,7 se presentan los resultados del cálculo de caudales por cada tramo que se presenta posteriormente.

Fuente: Propia

Tabla 8. Tabla de Pozos de Visita, Longitud de Tuberías, N° de Viviendas y Caudales por cada Tramo.

TRAMO	PVS		LONGITUD (m)		POBLACIÓN (Hab.)		FACTOR HARMON		CAUDALES (LPS)								
	Del No.	Al No.	Servida	Acumulado	N° Viv.	Hab/viv			Demanda Humana	Qmed.	Qmín.	Qmáx.	Qinf.	Q Comercial	Q Público	Q Industrial	Qdis.
1	PVS-1	PVS-3	47.50	47.50	20	126	4.21	3.00	0.152	0.122	0.024	0.365	0.0016	0.0106	0.0106	0.0030	0.39
2	PVS-5	PVS-8	94.80	142.30	22	139	4.20	3.00	0.167	0.134	0.027	0.401	0.0032	0.0117	0.0117	0.0033	0.43
3	PVS-3	PVS-2	75.00	217.30	23	145	4.20	3.00	0.175	0.140	0.028	0.420	0.0025	0.0122	0.0122	0.0035	0.45
4	PVS-3	PVS-6	64.70	282.00	22	139	4.20	3.00	0.167	0.134	0.027	0.401	0.0022	0.0117	0.0117	0.0033	0.43
5	PVS-4	PVS-5	100.00	382.00	24	151	4.19	3.00	0.182	0.146	0.029	0.438	0.0033	0.0128	0.0128	0.0036	0.47
6	PVS-6	PVS-5**	51.60	433.60	25	158	4.18	3.00	0.190	0.152	0.030	0.456	0.0017	0.0133	0.0133	0.0038	0.49
7	PVS-6	PVS-7	75.50	509.10	26	164	4.18	3.00	0.198	0.158	0.032	0.474	0.0025	0.0138	0.0138	0.0040	0.51
8	PVS-7**	PVS-8	45.80	554.90	21	133	4.21	3.00	0.160	0.128	0.026	0.383	0.0015	0.0112	0.0112	0.0032	0.41
9	PVS-9	PVS-8*	80.30	635.20	24	151	4.19	3.00	0.182	0.146	0.029	0.438	0.0027	0.0128	0.0128	0.0036	0.47
10	PVS-5*	PVS-10	72.70	707.90	24	151	4.19	3.00	0.182	0.146	0.029	0.438	0.0024	0.0128	0.0128	0.0036	0.47
11	PVS-10	PVS-9	94.40	802.30	26	164	4.18	3.00	0.198	0.158	0.032	0.474	0.0031	0.0138	0.0138	0.0040	0.51
12	PVS-10*	PVS-11	80.30	882.60	27	170	4.17	3.00	0.205	0.164	0.033	0.493	0.0027	0.0144	0.0144	0.0041	0.53
13	PVS-11*	PVS-12	85.30	967.90	26	164	4.18	3.00	0.198	0.158	0.032	0.474	0.0028	0.0138	0.0138	0.0040	0.51
14	PVS-11	PVS-13	96.70	1,064.60	27	170	4.17	3.00	0.205	0.164	0.033	0.493	0.0032	0.0144	0.0144	0.0041	0.53
15	PVS-13	PVS-9*	77.50	1,142.10	24	151	4.19	3.00	0.182	0.146	0.029	0.438	0.0026	0.0128	0.0128	0.0036	0.47
16	PVS-13*	PVS-14	54.00	1,196.10	22	139	4.20	3.00	0.167	0.134	0.027	0.401	0.0018	0.0117	0.0117	0.0033	0.43
17	PVS-12	PVS-14	91.60	1,287.70	25	158	4.18	3.00	0.190	0.152	0.030	0.456	0.0031	0.0133	0.0133	0.0038	0.49
18	PVS-14*	PVS-15	86.90	1,374.60	23	145	4.20	3.00	0.175	0.140	0.028	0.420	0.0029	0.0122	0.0122	0.0035	0.45
19	PVS-15*	PVS-16	93.00	1,467.60	25	158	4.18	3.00	0.190	0.152	0.030	0.456	0.0031	0.0133	0.0133	0.0038	0.49
20	PVS-16	PVS-37	100.00	1,567.60	28	177	4.17	3.00	0.213	0.170	0.034	0.511	0.0033	0.0149	0.0149	0.0043	0.55
21	PVS-15	PVS-36	100.00	1,667.60	30	189	4.16	3.00	0.228	0.182	0.036	0.547	0.0033	0.0160	0.0160	0.0046	0.59
22	PVS-14	PVS-35	100.00	1,767.60	29	183	4.16	3.00	0.220	0.176	0.035	0.529	0.0033	0.0154	0.0154	0.0044	0.57
23	PVS-13	PVS-34	98.90	1,866.50	30	189	4.16	3.00	0.228	0.182	0.036	0.547	0.0033	0.0160	0.0160	0.0046	0.59
24	PVS-9	PVS-33	95.90	1,962.40	28	177	4.17	3.00	0.213	0.170	0.034	0.511	0.0032	0.0149	0.0149	0.0043	0.55
25	PVS-8	PVS-32	90.60	2,053.00	26	164	4.18	3.00	0.198	0.158	0.032	0.474	0.0030	0.0138	0.0138	0.0040	0.51
26	PVS-7	PVS-31	82.90	2,135.90	25	158	4.18	3.00	0.190	0.152	0.030	0.456	0.0028	0.0133	0.0133	0.0038	0.49
27	PVS-7*	PVS-17	100.00	2,235.90	26	164	4.18	3.00	0.198	0.158	0.032	0.474	0.0033	0.0138	0.0138	0.0040	0.51
28	PVS-17	PVS-18	100.00	2,335.90	27	170	4.17	3.00	0.205	0.164	0.033	0.493	0.0033	0.0144	0.0144	0.0041	0.53
29	PVS-18	PVS-19	100.00	2,435.90	25	158	4.18	3.00	0.190	0.152	0.030	0.456	0.0033	0.0133	0.0133	0.0038	0.49
30	PVS-19	PVS-21	99.90	2,535.80	29	183	4.16	3.00	0.220	0.176	0.035	0.529	0.0033	0.0154	0.0154	0.0044	0.57
31	PVS-21	PVS-20	74.80	2,610.60	24	151	4.19	3.00	0.182	0.146	0.029	0.438	0.0025	0.0128	0.0128	0.0036	0.47
32	PVS-21	PVS-22	100.00	2,710.60	22	139	4.20	3.00	0.167	0.134	0.027	0.401	0.0033	0.0117	0.0117	0.0033	0.43
33	PVS-22	PVS-24	100.00	2,810.60	29	183	4.16	3.00	0.220	0.176	0.035	0.529	0.0033	0.0154	0.0154	0.0044	0.57
34	PVS-24	PVS-23	65.20	2,875.80	24	151	4.19	3.00	0.182	0.146	0.029	0.438	0.0022	0.0128	0.0128	0.0036	0.47
35	PVS-24	PVS-26	39.80	2,915.60	21	133	4.21	3.00	0.160	0.128	0.026	0.383	0.0013	0.0112	0.0112	0.0032	0.41
36	PVS-26	PVS-25	65.60	2,981.20	25	158	4.18	3.00	0.190	0.152	0.030	0.456	0.0022	0.0133	0.0133	0.0038	0.49
37	PVS-26	PVS-28	30.70	3,011.90	23	145	4.20	3.00	0.175	0.140	0.028	0.420	0.0010	0.0122	0.0122	0.0035	0.45
38	PVS-28	PVS-27	70.20	3,082.10	24	151	4.19	3.00	0.182	0.146	0.029	0.438	0.0023	0.0128	0.0128	0.0036	0.47
39	PVS-28	PVS-29	36.10	3,118.20	21	133	4.21	3.00	0.160	0.128	0.026	0.383	0.0012	0.0112	0.0112	0.0032	0.41
40	PVS-30	PVS-29	32.90	3,151.10	20	126	4.21	3.00	0.152	0.122	0.024	0.365	0.0011	0.0106	0.0106	0.0030	0.39
41	PVS-31	PVS-30	43.60	3,194.70	23	145	4.20	3.00	0.175	0.140	0.028	0.420	0.0015	0.0122	0.0122	0.0035	0.45
42	PVS-29	PVS-43	78.60	3,273.30	22	139	4.20	3.00	0.167	0.134	0.027	0.401	0.0026	0.0117	0.0117	0.0033	0.43
43	PVS-31*	PVS-32	63.50	3,336.80	24	151	4.19	3.00	0.182	0.146	0.029	0.438	0.0021	0.0128	0.0128	0.0036	0.47
44	PVS-32	PVS-43	73.60	3,410.40	22	139	4.20	3.00	0.167	0.134	0.027	0.401	0.0025	0.0117	0.0117	0.0033	0.43

Tabla 9. *Tabla de Resumen de Tuberías de Validación de Diseño de SewerGEMS.*

Tabla de Resumen de Tuberías de Validación de Diseño de SewerGems								
	Máxima	Tramo	Tramo	Mínima	Tramo	Tramo	Norma	Observacion
Velocidad (m/s)	2.6	PVS-68	PVS-69	0.42	PVS-50	PVS-51	Max:3; Min:0.06	pozos cabeceros, velocidad mínima
Fuerza Tractiva (Pascal)	26.734	PVS62-	PVS-63	1.033	PVS-50	PVS-51	Mínima:1	
Pendiente (%)	15.2	PVS-30	PVS-29	0.5	PVS-46	PVS-45	Mínima: 0.5	
Longitud (m)	100	PVS-04	PVS-05	26.25	PVS-64	PVS-65	Máxima: 100 m	

Nota: Fuente: Propia

En la siguiente tabla podemos observar los datos mínimos y máximos más importantes obtenidos en el programa Sewergems, estando estos en el rango a como establece la norma. En Sewergems se insertó la elevación del terreno, este varía entre 698.5 metros que es la altura máxima y hasta 646 metros que es la altura mínima en los pozos de visitas. E igualmente se obtuvieron los datos más importantes los cuales se reflejan la tabla siguiente.

Tabla 10. *Tabla de Resumen de Pozos de Visita de Validación con Diseño de Sewergems.*

TABLA DE RESUMEN DE POZOS DE VISITA DE VALIDACION DISEÑO EN SEWERGEMS				
	Máxima	Pozo N°	Mínima	Pozo N°
Cota de Terreno (m)	698.5	4	646	68
Caudal de Diseño (l/s)	1.49	14	0.74	1
Invert (m)	697.5	4	644.41	68

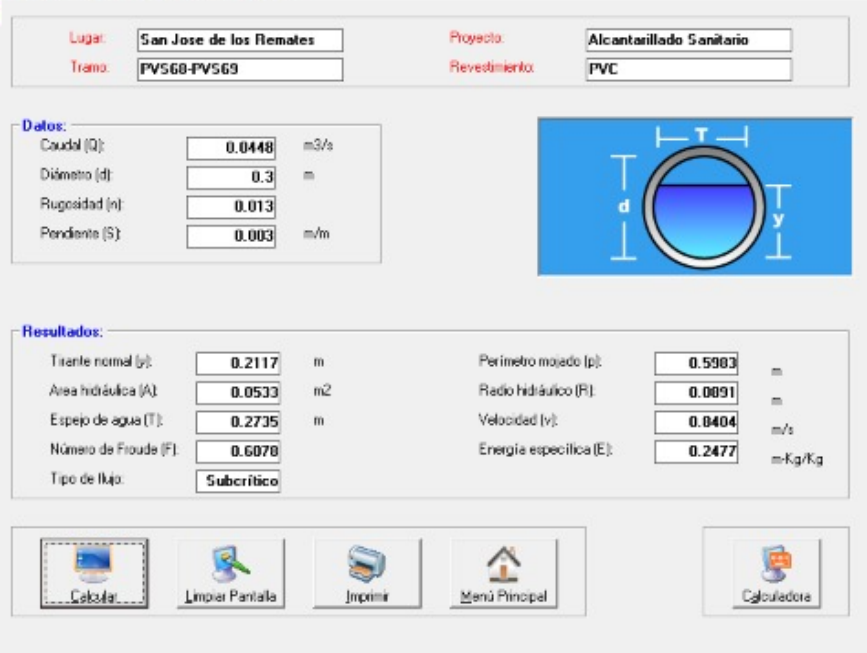
Nota: Fuente: Propia

Verificación de Tubería para Caudal de Diseño

Tramo PVS 68-69.

Para el último tramo de tubería, el cual sería el tramo 68-69, se verificaron en el programa H canales, el cual nos dio como resultado que el diámetro propuesto en el último tramo es correcto para el caudal de diseño, el cual es de 44.88 m³/s. La pendiente de la tubería es de 2.67% con un diámetro propuesto de 12 pulgadas.

Por tanto, se puede observar que el diámetro propuesto es el correcto, ya que el tirante normal tiene una altura de 0.21 metros que es igual a un 70% de la tubería, lo cual cumple con la norma que dice que lo máximo es a el 80%. De igual manera cumple con la velocidad en este tramo es de 0.84 m/s.



Lugar: San Jose de los Remates **Proyecto:** Alcantarillado Sanitario
Tramo: PVS68-PVS69 **Revestimiento:** PVC

Datos:

Caudal (Q):	0.0448	m ³ /s
Diámetro (d):	0.3	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.003	m/m

Resultados:

Tirante normal (y):	0.2117	m	Perímetro mojado (p):	0.5903	m
Área hidráulica (A):	0.0533	m ²	Radio hidráulico (R):	0.0091	m
Espejo de agua (T):	0.2735	m	Velocidad (v):	0.0404	m/s
Número de Froude (F):	0.6078		Energía específica (E):	0.2477	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				


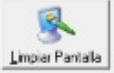


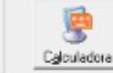
Botones de control:     

Fig. 5: Verificación de tubería para el caudal de diseño

Fuente: Propia

✚ Criterios técnicos para el dimensionamiento de elementos de Planta de tratamientos de aguas residuales (PTAR)

Obteniendo la población del año 2020 que es de 8518 habitantes, este se proyectó; habiendo quedado está en 14,664 habitantes, a partir de esta se consideró la demanda humana y la dotación de agua potable para obtener nuestro caudal de diseño, que servirá para proyectar los dimensionamientos para la planta de tratamiento (PTAR). A continuación, observaremos la tabla de proyección de población y caudales de diseños mínimos y máximos.

Tabla 11. *Valores Iniciales para el Cálculo de Caudal de Planta de Tratamiento.*

Valores para cálculo de caudal de la PTAR	
Año	2042
Población	14664 hab
Dotación	110 l/hab/día
Demanda Humana	18.67 l/s
Factor de Harmon	3

Nota: Fuente: Propia

✚ Dimensionamiento de los diferentes elementos. (Criterios según la Norma INAA)

El sistema que se propone a continuación consta de 7 elementos que ayudaran a procesar toda esta agua que se genera en este municipio:

Del PVS N°69 se conectará una tubería que lleve todas las aguas hasta el canal de acceso, lo cual pasara por unas rejas que ayudara a remover los sólidos gruesos, llegando hasta el desarenador para la remoción de arena y grava fina, seguidamente pasará por el canal de Parshall, donde se hará la medición del caudal de entrada, llegando hasta el desengrasador, el cual tiene el objetivo de separar las grasas y aceites vegetal o animal.

Al llevar a cabo el proceso mencionado anteriormente las aguas caerán a una laguna facultativa y después a una laguna de maduración, para finalmente luego de haber pasado por todo el tratamiento del sistema de la planta, las aguas ya tratadas serán depositadas en un cuerpo receptor que en este caso es un río.

Tabla 12. *Dimensionamiento de Canal de acceso (sección rectangular)*

Dimensionamiento del canal de acceso (sección hidráulica rectangular)							
Datos de diseño							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Caudal de diseño	Qd		0.04546	m ³ /s			Caudal máximo
Pendiente de fondo del canal	S		0.001	m/m			
Borde libre	BL		0.3	m	0.20 - 0.30 m		
Tiempo de retención hidráulica	TRH		3	s			
Coefficiente de Manning	n		0.013				

Cálculos de dimensionamiento							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Ancho de fondo			0.80	m	0.30 - 0.70 m		
Tirante hidráulico			0.2552	m			
Área mojada			0.2042	m ²			
Perímetro mojado			1.3104	m			
Radio hidráulico			0.1558	m			
Constante de Manning			0.0187				
Factor de sección			0.0591				
Velocidad			0.704	m/s			
Número de Froude			0.45				Régimen subcrítico
Longitud mínima con respecto a rejas de pretratamiento			0.67	m			
Altura del canal			0.6	m			

Nota: Fuente: Propia

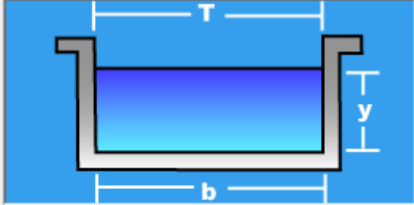
Para el dimensionamiento del canal de acceso de entrada, se puede decir que se realizó a través de una hoja de cálculo amarrada en Excel. Inicialmente se ocuparon los datos obtenidos en la tabla de cálculos de caudales y se tomó el caudal de diseño y datos generales como el coeficiente de Manning. Ingresando estos datos, nos da un ancho de fondo de 0.80m con una altura de 0.6m. Con estos datos se comprobó en Hcanales que el dimensionamiento del canal está en régimen subcrítico, a continuación, se mostrara resultados obtenidos en Hcanales:

Calculo de tirante normal de secciones

Calculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	San Jose de los Remates	Proyecto:	PTAR
Tramo:	Canal de entrada	Revestimiento:	

Datos:		
Caudal (Q):	0.04546	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.8	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.0001	m/m



Resultados:					
Tirante normal (y):	0.2552	m	Perímetro (p):	1.3103	m
Area hidráulica (A):	0.2041	m ²	Radio hidráulico (R):	0.1558	m
Espejo de agua (T):	0.8000	m	Velocidad (v):	0.2227	m/s
Número de Froude (F):	0.1408		Energía específica (E):	0.2577	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Fig. 6: Dimensionamiento con H canal

Fuente: Propia

Teniendo ya diseñado y dimensionado el canal de entrada se procede a presentar su respectivo plano, el cual se estará presentando a continuación:

➤ Dimensionamiento de rejas y rejillas para pretratamiento (barras rectangulares)

Igualmente, acá se utiliza la velocidad de diseño, ya que toda el agua que recibe el canal de entrada pasara por estas rejillas, entonces estas son muy indispensables para evitar que todo desecho voluminoso no llegue a la PTAR. Las dimensiones de esta serán calculadas a partir de una hoja en Excel, la cual se amarro para dicho cálculo. A continuación, se presentará dicha hoja.

Tabla 13. Dimensionamiento de Rejas y Rejillas (Pretratamiento)

Dimensionamiento de rejas y rejillas para pretratamiento (barras rectangulares)						
Datos de partida para dimensionamiento de rejillas de limpieza manual						
Descripcion	Nomenclatura	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observacion
Caudal de diseño	Qd	0.0455	m ³ /s			Caudal maximo
Abertura entre barras	a	0.025	m	0.025 - 0.050	INAA	
Ancho de barra	t	0.015	m	0.005 - 0.015	INAA	
Angulo de inclinacion con la horizontal	q	45.00	Grados	30 - 45	INAA	
Tirante hidraulico en el canal de acceso	Y1	0.2552	m			
Ancho del canal de acceso	b	0.80	m			
Area hidraulica de la seccion transversal del canal	A	0.2042	m ²			
Pendiente del canal	S	0.001	m/m			Asumido
Borde libre en el canal	BL	0.3	m			

Nota: Fuente: Propia

Luego se procedió a realizar los cálculos para confirmar si dicho diseño cumple con las normas. Igualmente, estos datos se confirmaron en Excel.

Tabla 14. Cálculos de Diseño

Cálculos de diseño						
Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Velocidad antes de la reja	V	0.2227	m/s	0.2-0.6		
Longitud de la reja	L	0.7852	m			
Numero de espacios entre barras	n	19.38	Unid			al asignar 3 cm a los extremos de la reja, se tienen 10 espacios
Numero de barras	nb	18.38	Unid			al asignar 3 cm a los extremos de la reja, se tienen 9 barras
Velocidad de acercamiento aguas arriba	Va	0.2269	m/s			
Area de las rejás	Ar	0.0742	m ²			
Velocidad a través de la reja	Vr	0.3497	m/s	≤0.9	(Oakley, 2005)	
Perdida hidráulica	h	0.0052	m	0.15	INAA	

Nota: Fuente: Propia

➤ **Dimensionamiento de desarenador de flujo horizontal (sección hidráulica rectangular)**

Para el dimensionamiento del desarenador, se tomarán inicialmente datos de diseño el cual son:

Tabla 15. Datos de Diseño para Dimensionar el Desarenador

PTAR San Jose de los Remates (2041): LF Primarias + LF Secundarias + Lagunas de Maduración							
Dimensionamiento de desarenador de flujo horizontal (sección hidráulica rectangular)							
Datos de diseño							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Población	P		14,664	hab			Proyectada a 2041
Caudales de diseño	Q-max		0.045460	m ³ /s			
	Q-med		0.010630	m ³ /s			
	Q.min		0.003110	m ³ /s			
Coefficiente de Manning	n		0.013				

Nota: Fuente: Propia

Luego se procede a calcular y realizar una hoja en Excel para dimensionar este desarenador que cumpla la función de retención de arena que traen las aguas servidas, para evitar que estas ingresen a la central creando problemas serios. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 16. *Calculo Hidráulico de Desarenador*

PTAR San Jose de los Remates (2041): LF Primarias + LF Secundarias + Lagunas de Maduracion							
Dimensionamiento de desarenador de flujo horizontal (seccion hidraulica rectangular)							
Datos de diseño							
Descripcion	Nomenclatura	Ecuacion	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observacion
Poblacion	P		14,664	hab			Proyectada a 2041
Caudales de diseño	Q-max		0.045460	m ³ /s			
	Q-med		0.010630	m ³ /s			
	Q.min		0.003110	m ³ /s			
Coefficiente de Manning	n		0.013				
Calculos							
Descripcion	Nomenclatura	Ecuacion	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observacion
Ancho de gargante en el canal Parshall	W		0.305	m			
Carga maxima en el desarenador	H-max		0.1733	m			
Coefficiente de Q-max y Q-min	R		14.62				

Nota: Fuente: Propia

Tabla 17. *Continuación del Calculo Hidráulico del Desarenador*

Calculos hidraulicos							
Descripcion	Nomenclatura	Ecuacion	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observacion
Area mojada	A		0.1562	m ²			
Velocidad horizontal	Vh		0.29	m/s	0.24 - 0.30	INAA	
Perimetro mojado	Pm		1.3123	m			
Radio hidraulico	Rh		0.1190	m			
Pendiente del canal	S		0.0002	m/m			
Volumen del desarenador a tirante hidraulico maximo	V		2.34	m ³			
Tiempo de retencion hidraulica	TRH		51.52	Seg	45 - 90	INAA	

Nota: Fuente: Propia

Tabla 18. Dimensiones del Canal de Pharsall

Tabla 1.- Dimensiones del canal Parshall según condiciones de Caudal Maximo y minimo													
Abogamiento	Hb/Ha < 60 %			Hb/Ha < 70 %									
Ln	7	15	22	30	45	60	90	120	150	180	210	240	
W (cm)	7.6	15.2	22.9	30.5	45.7	61	91.5	121.9	152.4	182.9	213.4	243.8	
A (cm)	46.7	62.1	88	137.2	144.8	152.4	167.6	182.9	198.1	213.4	228.6	243.8	
2/3 A (cm)	31.1	41.4	58.7	91.4	96.5	101.6	11.8	121.9	132.1	142.3	152.4	162.6	
Wc cm	19.8	31.5	46	66.5	83.6	120.3	135.3	169.8	204.3	238.8	273.3	307.7	
B cm	45.7	61	86.4	134.3	134.3	149.5	164.5	179.4	194.3	209.2	224.2	239.1	
C cm	17.8	39.4	38.1	61	76.2	91.4	121.9	152.4	182.9	213.4	243.8	274.3	
D cm	25.9	39.7	57.5	84.5	102.6	149.9	157.2	193.7	230.2	266.7	333.2	339.7	
E cm	61	61	76.2	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	
F cm	15.2	30.5	30.5	61	61	61	61	61	61	61	61	61	
G cm	30.5	61	45.7	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91	
K cm	2.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	
N cm	5.7	11.4	11.4	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	
R cm	40.6	40.6	40.6	50.8	50.8	50.8	50.8	61	61	61	61	61	
M cm	30.5	30.5	30.5	38.1	38.1	38.1	38.1	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7	
P cm	76.8	90.2	108	149.2	167.6	185.4	222.3	171.1	308	344.2	381	417.2	
X cm	2.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	
Y cm	3.8	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	
Caudal de Flujo Libre	Mínimo	0.0008	0.0014	0.0025	0.0031	0.0042	0.0119	0.0173	0.0368	0.0453	0.0736	0.085	0.0991
	Máximo	0.0538	0.1104	0.252	0.4559	0.6966	0.9373	1.4272	1.9227	2.4239	2.9308	3.4377	3.9502

Nota: Fuente: Propia

Para el dimensionamiento del canal de Parshall se obtienen datos de su dimensión según el caudal mínimo y máximo de la siguiente tabla: En nuestro diseño obtuvimos caudales mínimos y máximos en los cuales se puede observar que eligió una columna de color amarillo porque cumple en los rangos de la demanda de caudales mínimos y máximos calculados anteriormente.

Tabla 19. Dimensiones del Canal de Parshall según valores de caudal máximo y mínimo

PTAR San Jose de los Remates (2041): Sistema de Lagunaje.				
Diseño para condicion de caudal maximo (Qmax)				
Dimensiones del canal Parshall				
Datos	Simbolo	Valor	Unidad	Criterios
Caudal minimo	Qmin	0.0031	m3/s	
Caudal maximo	Qmax	0.0455	m3/s	
Ancho de garganta	W	0.305	m	
Dimensiones del canal Parshall seleccionado según valores de caudal maximo y minimo	A	1.3720	m	
	2/3 A	0.9140	m	
	Wc	0.6650	m	
	B	1.3430	m	
	C	0.6100	m	
	D	0.8450	m	
	E	0.9140	m	
	F	0.6100	m	
	G	0.9140	m	
	K	0.0760	m	
	N	1.3720	m	
	R	0.5080	m	
	M	0.3810	m	
	P	1.4920	m	
	X	0.0760	m	
Y	0.0760	m		
k	0.69			
n	1.522			

Nota: Fuente: Propia

Teniendo todos estos datos, se procede a calcular los criterios hidráulicos para el dicho canal, para observar si estos cumplen con las funciones que se esperan, que es contener solidos sedimentables para no presentar obstrucciones en el flujo.

Crterios y formulas Hidráulicas para el Diseño del Canal

Descripción	Símbolo	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio
Carga piezométrica en tramo convergente (Wc)	Ha	$\sqrt[n]{Q_{m\acute{a}x}/k}$	0.167	m	
Carga piezométrica en tramo contraído	Hb	$\sqrt[n]{Q_{m\acute{i}n}/k}$	0.029	m	
Ahogamiento		H_b/H_a	17.165	%	< 60%
Velocidad en la seccion Wc	Vo	$\frac{Q}{Wc * Ha}$	0.408	m/seg	
Carga total en la seccion Wc	Hc	$\frac{V_o^2}{2g} + Ha + M/4$	0.271	m	
Caudal específico en W	q	Q/W	0.149	m ³ /m/seg	
Angulo		$\cos^{-1} \left[\frac{(-q * \theta)}{(2/3 * g * Hc)^{1.5}} \right]$	1.571	Rad	
Velocidad antes del resalto	V1	$2 \left[\left(\frac{2g * E_o}{3} \right)^{0.5} * \cos \left(\frac{\theta}{3} \right) \right]$	4.234	m/seg	
Altura de agua antes del resalto	h1	q/V_1	0.035	m	
Numero de Froude	F	$\frac{V_1}{\sqrt{g * h_1}}$	7.205		
Altura de agua en el resalto	h2	$\frac{h_1}{2} \left[\sqrt{(1 + 8F^2)} - 1 \right]$	0.342	m	
Velocidad en el resalto	V2	$\frac{Q}{W * h_2}$	0.436	m/seg	
Altura del agua en la salida del canal	h3	$h_2 - (N - K)$	-0.954	m	
Velocidad en la seccion de salida	V3	$\frac{Q}{C * h_3}$	-0.078	m/seg	
Perdidas	hf	$\frac{(h_2 - h_1)^3}{4 * h_2 * h_1}$	0.598	m	

Fig. 7: Formulas para el diseño del canal

Fuente: Propia

➤ **Dimensionamiento de Desengrasador**

El desarenador o desengrasador tiene una función y objetivo muy importante que es la separación física de las densidades de las grasas aceite y vegetal y por otro lado la decantación de arenas y solidos de mayor tamaño.

Tabla 20. Dimensionamiento del Desengrasador

PAR- San Jose de los Remates: Sistema de Lagunaje.							
Dimensionamiento de desengrasador							
Datos de partida para dimensionamiento							
Descripcion	Nomenclatura	Ecuacion	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observacion
Poblacion			14664	hab			
Caudal maximo			0.04546	m3/s			
Caudal medio			0.01063	m3/s			
Caudal minimo			0.00311	m3/s			
Tiempo de retencion hidraulica			15	min	15 - 30	INAA	
Velocidad ascendente			4	mm/s			
Relacion ancho/largo			2/3		1:3-2:3-1:4	INAA	

Nota: Fuente: Propia

Teniendo los datos requeridos procedemos a calcular los datos para el dimensionamiento de este.

Tabla 21. Cálculos de Dimensionamiento del Desengrasador

Calculos de dimensionamiento							
Descripcion	Nomenclatura	Ecuacion	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observacion
Volumen	V		9.567	m3			
Area superficial	As		2.6575	m2			
Ancho	W		2.00	m			
Longitud	L		1.33	m			
Profundidad	h		3.6	m			
Ubicación del baffle	Ub		1.00	m	75%L	RAS-2000	
Altura del baffle	hb		2.7	m	90%h	RAS-2000	
Espacio entre baffle y altura del tanque	E-hb		0.36	m	10%h	RAS-2000	

Nota: Fuente: Propia

➤ **Dimensionamiento de Lagunas facultativas primarias.**

Una laguna facultativa es básicamente una cuenca usualmente excavada en la tierra e impermeabilizada, con el fin de dar tratamiento a las aguas residuales. Se procedió a realizar el diseño de dicha planta a través de una tabla en Excel. Los resultados fueron:

Tabla 22. Dimensiones de Lagunas Facultativas

PAR- San Jose de los Remates: Sistema de Lagunaje.							
Dimensionamiento de Lagunas facultativas primarias							
Datos de para dimensionamiento de Lagunas facultativas							
Descripcion	Nomenclatura	Ecuacion	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observacion
Poblacion			14664	Hab			
Caudal medio	Q-med		0.01063	m3/s			
			10.63	L/s			
			918.432	m3/día			
Caudal maximo	Q-max		0.04546	m3/s			
			45.46	L/s			
			3927.744	m3/día			
concentracion de DQO en el afluente	DQO		830	mg/L			
Concentracion de DBO5 en el afluente	DBO5a		280	mg/L			Valor medio
Solidos Suspendidos en el afluente	SSa		210.4	mg/L			
Coliformes Fecales en el afluente	CFA		5.40E+07	NMP/100 mL			Valor medio
Temperatura del mes mas frio	T-aire		20	°C			INETER
Temperatura del agua	Ta	$10.443 + (0.688 * T_{aire})$	24.20	°C			
Numero de lagunas	N		1				
Profundidad	h		1.5	m	1.5 - 2.5	INAA	
Relacion largo ancho	(L/W)		2				
Tahud (H:V)	Z		2.00				
Carga total aplicada de DBO5	CTA	$DBO5a * Qm$	257.16	KgDBO/día			
Carga superficial maxima	Csmax	$357.4 * (1.085^{(T_a - 20^{\circ}C)})$	503.58	kgDBO/ha-d			
Carga superficial aplicada	Csap	$0.80 * Csmax$	402.86	kgDBO/ha-d			
Area total necesaria	AT		0.64	Ha			
			6383.36	m2			

Nota: Fuente: Propia

Se obtuvo el área necesaria de dicha laguna, y la profundidad que esta tendrá; ahora se diseñará para realizar sus respectivos planos.

Tabla 23. Cálculo de Dimensiones de Laguna

Cálculo de dimensiones por Laguna							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Area por laguna	Au	$\frac{AT}{N}$	6383.35964	m ²			Area unitaria
Ancho promedio	wp	$\sqrt{\left(\frac{Au}{L/W}\right)}$	56.49	m			
Longitud promedio	lp	$wp * L/W$	112.99	m			
Ancho en superficie de agua	Wa	$wp + (Z * h)$	59.49	m			
Longitud en superficie de agua	La	$lp + (Z * h)$	115.99	m			
Ancho inferior de la laguna	w	$wp - (Z * h)$	53.49	m			
Longitud inferior de la laguna	l	$lp - (Z * h)$	109.99	m			
Borde Libre	BL		1	m	0.50 mínimo	OMS/CEPIS	Asumido
Ancho superior	W	$wp + (Z * h) + (2 * Z * BL)$	63.49	m			
Longitud superior	L	$lp + (Z * h) + (2 * Z * BL)$	119.99	m			
Volumen útil de la laguna	Vu	$\frac{h}{6} * [Wa * (2La + l) + w(2l + La)]$	9579.53946	m ³			
Tiempo de retención hidráulica total	TRHc	$\frac{Vu}{Q_{med}/N}$	10.43	días			

Nota: Fuente: Propia

Ahora se procederá a observar si esta laguna es factible para la reducción de los coliformes fecales; y los resultados obtenidos fueron:

Tabla 24. Estimación de Reducción de Coliformes Fecales (Metodología Thirimurty)

Estimación teórica de reducción de Coliformes Fecales (Metodología de Thirimurty)							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Constante de remoción de Coliformes Fecales	Kb	$0.84 * 1.07^{(T_a-20)}$	1.12				
Coefficiente de dispersión hidráulica	d	$\frac{L/W}{-0.26118 + 0.25392(L/W) + 1.01368(L/W)^2}$	0.46				
Constante a	a	$\sqrt{1 + (4 * K_b * d * TRH)}$	4.76				
Coliformes Fecales en el efluente	CFE	$\frac{CFA * 4 * a * e^{\frac{(1-a)}{2d}}}{(1+a)^2}$	1.14E+05	NMP/100 mL			
Porcentaje de Coliformes Fecales remanentes	%CFE	$100 * \left(\frac{CFE}{CFA}\right)$	0.21	%			
Porcentaje de Coliformes Fecales removidos		$100 - \%CFE$	99.79	%			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 25. Continuación. Estimación de Reducción de Coliformes Fecales (Metodología Thirimurty)

Estimación teórica de reducción de Coliformes Fecales (Metodología de Thirimurty)							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Coefficiente de mortandad de Coliformes Fecales	Kb	$0.84 * 1.07^{(T_a-20)}$	1.12				
Coliformes Fecales remanentes en efluente	CFE	$\frac{CFA}{1 + K_b * TRH}$	4.30E+06	NMP/100 mL			
Porcentaje de Coliformes Fecales remanentes	%CFE	$100 * \left(\frac{CFE}{CFA}\right)$	7.97	%			
Porcentaje de Coliformes Fecales removidos		$100 - \%CFE$	92.03	%			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 26. Estimación de remoción de DBO (Metodología Marias) y Metodología Thirimurty.

Estimación teórica de remoción de DBO5 (Metodología de Marias)							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Constante de biodegradación de la materia orgánica a 20°C	K-20°C	$\frac{TRH}{-14.77 + 4.46 * TRH_r}$	0.33				
Temperatura superficial del agua	Ta	$10.443 + (0.688 * T_{aire})$	24.20	°C			
Constante de reacción de primer orden a temperatura ambiente	Kd(Ta)	$K_{20^{\circ}C} * 1.085^{(T_a - 20^{\circ}C)}$	0.46				
DBO5 remanente en el efluente	DBOe	$\frac{DBO5a}{1 + (K_{d(Ta)} * TRH)}$	48.04	mg/L			
Porcentaje remanente de DBO5 en el efluente	%DBO5e	$100 * (DBOe / DBOa)$	17.16	%			
Porcentaje removido de DBO5		$100 - \%DBOe$	82.84	%			
Estimación teórica de remoción de DBO5 (Metodología de Thirimurty)							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Coefficiente de dispersión hidráulica	d	$\frac{L/W}{-0.26118 + 0.25392(L/W) + 1.01368(L/W)^2}$	0.46				
Constante "a" para DBO5	a	$\sqrt{1 + (4 * K_{d(Ta)} * d * TRH)}$	3.16				
DBO5 remanente en el efluente	DBO5e	$\frac{DBO5a * 4 * a * e^{\frac{(1-a)}{2d}}}{(1+a)^2}$	6.35	mg/L			
Porcentaje de DBO5 remanente en el efluente	%DBO5e	$100 * (DBO5e / DBOa)$	2.27	%			
Porcentaje de DBO5 removido del efluente		$100 - \%DBO5e$	97.73	%			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 27. Estimación de remoción de DBO5 (Metodología Yánez).

Estimación teórica de remoción de DBO5 (Metodología de Yánez)							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Carga superficial removida	CSr	$7.67 + (0.8063 * C_{sap})$	332.50	kgDBO/ha-d			
Carga superficial remanente	CSR	$C_{sap} - CS_r$	70.36	kgDBO/ha-d			
Porcentaje de DBO5 remanente en el efluente	%CSR	$100 * \left(\frac{CSR}{C_{sap}} \right)$	17.47	%			
Porcentaje de DBO5 removida del efluente	%DBO5R	$100 - \%CSR$	82.53	%			
Carga total aplicada en el efluente	CTAE	$CSR * AT$	44.92	KgDBO/día			
Concentración de DBO5 en el efluente	DBO5e	$\frac{CTAE}{Q_{med}}$	48.91	mg/L			
Porcentaje de DBO5 remanente en el efluente	%DBO5e	$100 * \left(\frac{DBO5e}{DBO5a} \right)$	17.47	%			
Porcentaje de DBO5 removido del efluente		$100 - \%DBO5e$	82.53	%			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 28. Estimación teórica de remoción de DQO5

Estimación teórica de remoción de DQO5							
DQO en el efluente	DQO	$\left(\frac{100 - \%DBO5R}{100} \right) DBO5a$	165.78	mg/L			
Porcentaje de remoción de DBO5 según INAA			70	%	(50 - 70%) INAA		
Concentración de DBO5 en el afluente (según INAA)		$\left(\frac{100 - \%DBO5R}{100} \right) DBO5a$	184.2	mg/L			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 29. Estimación teórica de remoción de sólidos suspendidos

Estimación teórica de remoción de Sólidos Suspendidos							
Porcentaje de remoción de Sólidos Suspendidos	%SS R		40	%	(20 - 60%) INAA		
Concentración de Sólidos Suspendidos en el efluente	S _{Se}	$\left(\frac{100 - \%SS R}{100}\right) SS_a$	112.8	mg/L			
Porcentaje de DBO5 removido	%DBO5 R	$2 * T + 20$	73	%			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 30. PTAR. San José de los Remates, Sistema de Lagunaje

Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento para el Municipio de San José de los Remates-Boaco.

PAR- San Jose de los Remates: Sistema de Lagunaje.							
Dimensionamiento de Lagunas de Maduracion							
Datos de para dimensionamiento de Lagunas de Maduracion							
Descripcion	Nomenclatura	Ecuacion	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observacion
Poblacion			14664	Hab			
Caudal medio	Q-med		0.01063	m3/s			
			10.63	L/s			
			918.432	m3/dia			
Caudal maximo	Q-max		0.04546	m3/s			
			45.46	L/s			
			3927.744	m3/dia			
Concentracion de DQO en el afluente	DQO		830.00	mg/L			Efluente LFP
Concentracion de DBO5 en el afluente según Yanez	DBO5a		48.91	mg/L			Efluente LFP
Concentracion de DBO5 en el afluente según Marais			48.04	mg/L			Efluente LFP
Concentracion de DBO5 en el afluente según Thirimurty			6.35	mg/L			Efluente LFP
Solidos Suspendidos en el afluente	SS		210.40	mg/L			Efluente LFP
Coliformes Fecales en el afluente según Thirimurty	CFA		1.14E+05	NMP/100 mL			Efluente LFP
Coliformes Fecales en el afluente según Marais			4.30E+06	NMP/100 mL			Efluente LFP
Temperatura del mes mas frio	T-aire		20	°C			INETER
Temperatura del agua	Ta	$10.443 + (0.688 * T_{aire})$	24.20	°C			
Numero de lagunas	N		1				
Tiempo de retencion hidraulica	TRH		13	dias	minimo 10	INAA	
Profundidad	h		1.5	m	0.90 - 1.5	INAA	
Relacion largo ancho	(L/W)		2				
Talud (H/V)	Z		2.00				
Area total necesaria para lagunas	AT	$\frac{Q_m * TRH}{h}$	7959.744	m2	1989.936		3.4272 Ha
		h					

Nota: Fuente: Propia

Tabla 31. *Calculo de Dimensiones por Laguna*

Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento para el Municipio de San José de los Remates-Boaco.

Calculo de dimensiones por laguna							
Descripcion	Nomenclatura	Ecuacion	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observacion
Area por laguna	Au	$\frac{AT}{N}$	7959.744	m ²			Area unitaria
Ancho promedio	wp	$\sqrt{\frac{Au}{L/W}}$	63.09	m			
Longitud promedio	lp	$wp * L/W$	126.17	m			
Ancho en superficie de agua	Wa	$wp + (Z * h)$	66.09	m			
Longitud en superficie de agua	La	$lp + (Z * h)$	129.17	m			
Ancho inferior de la laguna	w	$wp - (Z * h)$	60.09	m			
Longitud inferior de la laguna	l	$lp - (Z * h)$	123.17	m			
Borde Libre	BL		1	m	0.50 minimo	OMS/CEPIS	Asumido
Ancho superior	W	$wp + (Z * h) + (2 * Z * BL)$	70.09	m			
Longitud superior	L	$lp + (Z * h) + (2 * Z * BL)$	133.17	m			
Volumen util de la laguna	Vu	$\frac{h}{6} * [Wa * (2La + l) + w(2l + La)]$	11944.116	m ³			
Comprobacion del TRH total	TRHc	$\frac{Vu}{Q_{med}/N}$	13.00	dias			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 32. Estimación teórica de reducción de Coliformes Fecales (Metodología de Thirimurty).

Estimación teórica de reducción de Coliformes Fecales (Metodología de Thirimurty)							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Constante de remoción de Coliformes Fecales	Kb	$0.84 * 1.07^{(T_a-20)}$	1.12				
Coefficiente de dispersión hidráulica	d	$\frac{L/W}{-0.26118 + 0.25392(L/W) + 1.01368(L/W)^2}$	0.46				
Constante a	a	$\sqrt{1 + (4 * K_{c,f} * d * TRH)}$	5.29				
Coliformes Fecales en el efluente	CFE	$\frac{CFA * 4 * a * e^{\frac{(1-a)}{2d}}}{(1+a)^2}$	1.50E+02	NMP/100 mL			
Porcentaje de Coliformes Fecales remanentes	%CFE	$100 * \left(\frac{CFE}{CFA}\right)$	0.13	%			
Porcentaje de Coliformes Fecales removidos		$100 - \%CFE$	99.87	%			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 33. Estimación Teórica de Coliformes fecales (Metodología Marias)

Estimación teórica de reducción de coliformes fecales (Metodología de Marais)							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Coefficiente de mortandad de Coliformes Fecales	Kb	$0.84 * 1.07^{(T_a-20)}$	1.12				
Coliformes Fecales remanentes en efluente	CFE	$\frac{CFA}{1 + K_b + TRH}$	2.85E+05	NMP/100 mL			
Porcentaje de Coliformes Fecales remanentes	%CFE	$100 * \left(\frac{CFE}{CFA}\right)$	6.62	%			
Porcentaje de Coliformes Fecales removidos		$100 - \%CFE$	93.38	%			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 34. Estimación teórica de remoción de DBO5 (Metodología de Marais)

Estimación teórica de remoción de DBO5 (Metodología de Marais)							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Constante de biodegradación de la materia orgánica a 20 °C	K-20°C	$\frac{TRH}{-14.77 + 4.46 * TRH_r}$	0.30				
Temperatura superficial del agua	Ta	$10.443 + (0.688 * T_{aire})$	24.20	°C			
Constante de reacción de primer orden a temperatura ambiente	Kd(Ta)	$K_{20^{\circ}C} * 1.085^{(T_a - 20^{\circ}C)}$	0.42				
DBO5 remanente en el efluente	DBOe	$\frac{DBO5a}{1 + (K_d * TRH)}$	7.38	mg/L			
Porcentaje remanente de DBO5 en el efluente	%DBO5e	$100 * \left(\frac{DBOe}{DBOa}\right)$	15.36	%			
Porcentaje removido de DBO5		$100 - \%DBOe$	84.64	%			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 35. Estimación teórica de remoción de DBO5 (Metodología de Thirimurthy)

Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento para el Municipio de San José de los Remates-Boaco.

Estimación teórica de remoción de DBO5 (Metodología de Thirumurthy)							
Descripción	Nomenclatura	Ecuación	Valor	Unidad	Criterio	Fuente	Observación
Coefficiente de dispersión hidráulica	d	$\frac{L/W}{-0.26118 + 0.25392(L/W) + 1.01368(L/W)^2}$	0.46				
Constante "a" para DBO5	a	$\sqrt{1 + (4 * K_d(\tau_d) * d * TRH)}$	3.35				
DBO5 remanente en el efluente	DBO5e	$\frac{DBO5a * 4 * a * e^{\frac{(1-a)}{2d}}}{(1+a)^2}$	2.02	mg/L			
Porcentaje de DBO5 remanente en el efluente	%DBO5e	$100 * (DBO5e / DBO5a)$	31.80	%			
Porcentaje de DBO5 removido del efluente		$100 - \%DBO5e$	68.20	%			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 36. *Estimación de remoción DQO*

Estimación teórica de remoción de DQO (Metodología de)							
Porcentaje de remoción de DQO	%DQO R		60	%	(20 - 60%) INAA		
Concentración de DQO en el efluente	DQO5	$\left(\frac{100 - \%DQO R}{100}\right) DQOa$	112	mg/L			
Estimación teórica de remoción de Sólidos Suspendingidos (Metodología de)							
Porcentaje de remoción de Sólidos Suspendingidos	%SS R		60	%	(20 - 60%) INAA		
Concentración de Sólidos Suspendingidos en el efluente	SSe	$\left(\frac{100 - \%SS R}{100}\right) SSa$	84.16	mg/L			

Nota: Fuente: Propia

Tabla 37. *Eficiencia del sistema propuesto*

Eficiencia de todo el sistema propuesto				
parametro	Formula	Operación	%	critero NTON 05-027-05
Eficiencia de remocion DBO5	$\frac{DBOe-DBOs}{DBOe} * 100$	$\frac{280-6.74}{280} * 100$	97.59%	70-99
Eficiencia de remocion DQO	$\frac{DQOe-DQOs}{DQOe} * 100$	$\frac{830-112}{830} * 100$	86.51%	80-95
Eficiencia de remocion coliformes fecales	$\frac{CFe-CFs}{CFe} * 100$	$\frac{5.04E+07-8.11E+01}{5.04E+07} * 100$	99.99%	40-60
Eficiencia de remocion de SST	$\frac{SSTe-SSTs}{SSTe} * 100$	$\frac{210.4-84.16}{210.4} * 100$	61.00%	60-80

Nota: Fuente: Propia

Tabla 38. *Calidad de las aguas residuales comparada con el decreto 21-2017 de MARENA.*

Calidad de la aguas residuales comparada con el decreto 21-2017 de MARENA					
	Valor de entrada	Valor de salida			
Parámetro	Afluente	Efluente	Norma	cumple	N.C
DBO ₅	280 mg/l	1.51 mg/l	110	si	--
DQO	830 mg/l	112 mg/l	220	si	--
Solidos Suspendidos	210.4 mg/l	84.16 mg/l	100	si	--
Coliforme Fecales	5.40E+07	8.11E+00	1.00E+03	si	--

Nota: Fuente: Propia

Tabla 39. *Resumen de Dimensiones de Planta de Tratamiento*

Planta de Tratamiento (PTAR)			
Elementos	Largo (mts)	Ancho(mts)	Alto (mts)
Canal de Acceso	10	0.8	0.25
Rejas	1.8	0.8	0.6
Desarenador	15	1	0.8
Canal de Parshall	3.3	0.31	0.7
Desengrasador	1.33	2	0.36
Laguna facultativa primaria (LFP)	120	56.49	1.5
Laguna de maduración (LM)	133.7	66.09	1.5

Nota: Fuente: Propia

Eficiencia del sistema propuesto

Las lagunas facultativas sirven como un sistema de tratamiento primario y secundario, además es digestor de lodos de la siguiente manera: los sólidos sedimentados totales (SST), se sedimentan en las lagunas, las algas producen el oxígeno disuelto para que las bacterias aeróbicas puedan satisfacer el DBO5 soluble, y los lodos sedimentados se digieren gradualmente.

Tabla 40. *Tabla de Resumen de Datos Adquiridos para Laguna Facultativa*

LAGUNA FACULTATIVA PRIMARIA (LFP)			
Parámetro	Afluente	Efluente	% remoción
DBO5	280 mg/l	48.9mg/l	70
DQO	830 mg/l	165.78 mg/l	82.53
SOLIDOS SUSPENDIDOS	210.4 mg/l	112.8 mg/l	73
COLIFORMES FECALES	5.40E+07	1.14E+05	99.79

Nota: Fuente: Propia

La Laguna de Maduración, es la última etapa que tiene que pasar esta agua, en esta se trata de remover microorganismos patógenos sin necesidad de adicionar agentes químicos.

Tabla 41. *Tabla de Resumen de Datos Adquiridos para Laguna de Maduración*

LAGUNA DE MADURACION			
Parámetro	Afluente	Efluente	% remoción
DBO5	54 mg/l	2.02mg/l	84.64
DQO	830 mg/l	165.78 mg/l	60
SOLIDOS SUSPENDIDOS	210 mg/l	84.16 mg/l	60
COLIFORMES FECALES	5.40E+07	1.50E+02	99.87

Nota: Fuente: Propia

Tabla 42. *Tabla de Comparación de las aguas residuales según el Decreto 21 -2017 de Marena.*

Calidad de las aguas residuales comparada con el decreto 21-2017 de MARENA					
	Valor de entrada	Valor de salida			
Parámetro	Afluente	Efluente	Norma	cumple	N.C
DBO ₅	280 mg/l	1.51 mg/l	110	si	--
DQO	830 mg/l	112 mg/l	220	si	--
Solidos Suspendidos	210.4 mg/l	84.16 mg/l	100	si	--
Coliforme Fecales	5.40E+07	8.11E+00	1.00E+03	si	--

Nota: Fuente: Propia

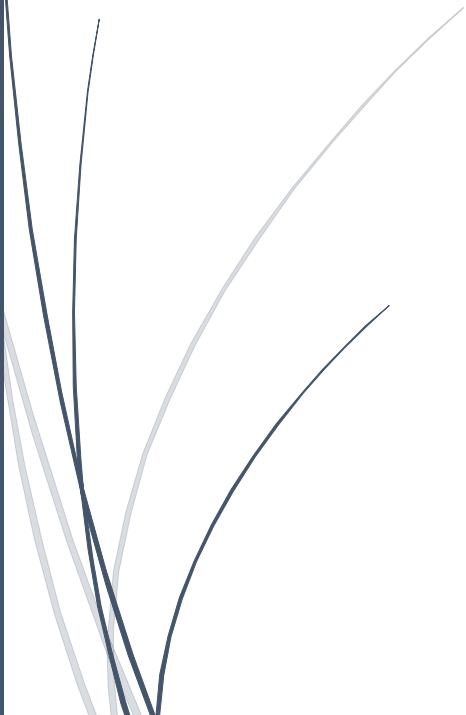
Por Ultimo se presenta la eficiencia referida a la remoción de DBO5 y coliformes fecales cumpliendo con la calidad solicitada por el decreto 21-2017 en los Art. 24 y 25 del MARENA, así mismo con la disposición de la norma para la clasificación de los recursos hídricos (NTON 005-027-05).

Tabla 43: *Eficiencia del modelo propuesto*

Eficiencia de todo el sistema propuesto		
parámetro	%	criterio NTON 05-027-05
Eficiencia de remoción DBO5	97.59%	70-99
Eficiencia de remoción DQO	86.51%	80-95
Eficiencia de Remoción coliformes fecales	99.99%	40-60
Eficiencia de remoción de SST	61.00%	60-80

Nota: Fuente: Propia

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.1 Conclusiones

Inicialmente, se realizó el diagnóstico de la situación que se vive con respecto a las aguas residuales en el casco urbano del municipio de San José de los Remates, saliendo como resultado que no hay un sistema de alcantarillado sanitario, por lo que la población construye los llamado sumideros en los patios para las aguas negras y parte de ellas las sacan a las calles, uniéndose en dos puntos diferentes lo cual respecta a la topografía del lugar.

Por lo tanto se Propuso un diseño de sistema de red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento (PTAR); teniendo como partida, que la construcción de este proyecto evitara que los habitantes continúen descargando aguas grises a la calle y patio, lo cual disminuirían las enfermedades, olores desagradables, al igual que la contaminación de mantos acuíferos y ríos, por tanto con ello se lograría mejorar las condiciones higiénicas-sanitarias y calidad de vida de los pobladores que habitan en el municipio.

El sistema de conducción de las aguas negras llegara a la planta de tratamiento totalmente por gravedad, ya que las características topográficas del municipio que se observaron durante reconocimientos de cada punto de la zona y análisis de curvas de nivel en planos de todo el casco urbano, presentan naturalmente esas condiciones, por lo que no habrá necesidad de implementación de bombas eléctricas para levantar aguas negras de puntos que puedan estar a un menor nivel que la red de alcantarillado.

La red de alcantarillado sanitario se diseñó de tipo convencional en toda la totalidad del proyecto. Esta red estaría compuesta por tubería de PVC con diámetros de 6", 8", 10" y 12" en todo el proyecto van a una profundidad mínima de 1.20 mm, actuando a un 75% del tubo lleno según la norma Instituto de acueducto y alcantarillado. Las longitudes de tramos varían, pero son menores a 100 metros. En pozos de visitas las profundidades de igualmente varían y son un total de 69 pozos de visitas.

El sistema de tratamiento estará ubicado al norte del municipio de San José de los Remates, el área del terreno que se está proponiendo es propiedad de la alcaldía de dicho municipio. El sistema que se propuso es de lagunas anaerobias, el cual tiene elementos como: canal de acceso, sistema de rejillas, desarenador, canaleta de Pharsall, desengrasador, laguna facultativa y laguna de maduración. Luego que toda el agua es procesada se allá garantizados una descontaminación a como lo dice la norma (INNA) y el decreto 21-17, será depositada al cuerpo receptor de agua más cercano en este caso el rio llamado quebrada grande.

Se elaboraron los planos constructivos de la red de alcantarillado dimensionado de acuerdo a los resultados obtenidos en el diseño de la propuesta del alcantarillado sanitario que se abarcan en este documento tales como: Planos de perfiles mostrando elevaciones velocidades y pendientes en cada tramo de tubería, Igualmente, el diseño de cada elemento de la planta de tratamiento. También los planos de macro localización, descripción y micro localización del lugar.

Se determinó los costos de la obra que conlleva a la realización de este, teniendo un monto total de 2, 406,420.84 de dólares donde incluye administración, impuestos.

5.2 Recomendaciones

- ✚ Se recomienda realizar un estudio de cada uno de los puntos de conducción de la tubería.

- ✚ Para que la construcción del sistema de alcantarillado sea eficiente se recomienda hacer la ejecución de la obra con el diseño contemplado en los planos suministrados ya que están sujetos a investigaciones realizadas posteriormente.

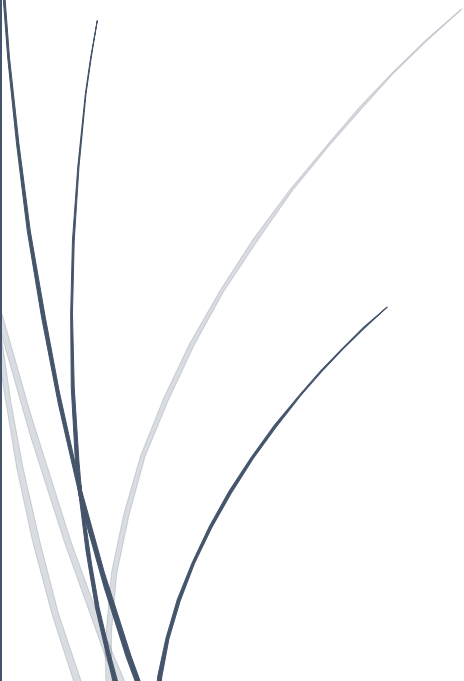
- ✚ Si en un dado caso la obra de construcción se ejecuta en un periodo diferente al contemplado en la investigación se deberá llevar a cabo un ajuste de precio de materiales, costos administrativos entre otros, esto debido a la inflación del mercado y variabilidad de los precios.

- ✚ Por razones de diseño e investigación se debe respetar el periodo de diseño del proyecto, debido a que los caudales se encuentran estimados en base a la dotación por habitante, por lo que después del año 2,042, habría que realizar una evaluación tanto física como hidráulica de la red, de acuerdo al crecimiento de la población.

Bibliografía

- Boaco, M. . (s.f.). *Dirección General de Sistema de información SILAIS – MINSA BOACO*. Obtenido de http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/enacal/Caracterizaciones/Boaco/San_Jose_Remates.pdf
- Burgos Bustamante, D. J. (10 de Febrero de 2021). Preguntas sobre datos Topograficos, estudios de suelos, e importancia de un Sistema de Alcantarillado. (L. H. Bustamante, Entrevistador)
- Cruz Poveda, A. J., & Espinoza Sandoval, R. E. (01 de Noviembre de 2018). *Biblioteca Virtual UNAN Managua*. Obtenido de Biblioteca Virtual UNAN Managua:
<file:///C:/Users/PC/Downloads/Ing%20Civil/SEGUNDO%20SEMESTRE%20QUINTO/tesis%202021/92880.pdf>
- *eadic*. (2021). Obtenido de <https://www.eadic.info/producto/sewergems-diseno-y-modelado-de-redes-de-alcantarillado/>
- Remates, A. M. (2010). Diagnostico San jose de los Remates. 50.
- Sequeira Sasiga, J. J. (2010). Diagnostico San Jose de los Remates. *Maestri en Artes, Planificacion,y Gestion Territorial de los Riesgos del agua, medio A y Multiculturalidad y Genero*, 51.

ANEXOS



ANEXO N° 1


 Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 278 6981, 278 6767, 278 6982 Telefax (505) 267-8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan-edu.ni						
CLIENTE Diseños y Proyectos de Nicaragua, S.A. DYPNISA Universidad UNN 1 c al Oeste 75 vrs al Sur, Estelí Estelí, Estelí Ing. Alex Rodríguez Montenegro Teléfono: 27133439		Resultados Analíticos de Microbiología				
MATRIZ DE LA MUESTRA FUENTE IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE LUGAR Y/O COMUNIDAD MUNICIPIO, DEPARTAMENTO COORDENADAS ELEVACIÓN FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CÓDIGO DEL LABORATORIO FECHA DE RECEPCIÓN FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS FECHA DEL REPORTE		Agua Natural Río Agua Abajo STAR No reportadas San José de los Remates, Boaco 1383583.452 N; 834371.271 E 627.454 2011-03-23 07 h 00 MB-231 2011-03-23 2011-03-23 2011-03-28				
Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Valor Recomendado ¹ CAPRE	Valor Guía ² OPS
COLIFORMES TOTALES	9221 B ¹	< 1.8	5.40E+07	NMP/100 ml	Negativo	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	9221 E ¹	< 1.8	4.70E+05	NMP/100 ml	Negativo	0
<i>Escherichia coli</i>	9221 F ¹	< 1.8	2.20E+05	NMP/100 ml	Negativo	0

Fig. 8: Análisis microbiológico, Aguas arriba, Inmaculada Niña

Fuente: Alcaldía San José de los Remates

ANEXO N°2



 Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982 Telefax (505) 2267-8169, apartado postal 4596, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni							
CLIENTE Diseños y Proyectos de Nicaragua, S.A. (DYPNISA) Universidad UNN 1 c al oeste 75 vrs al sur, Esteli Esteli, Esteli Ing. Alex Rodríguez Montenegro Tel. 27133439		Resultados Analíticos Físico Químicos					
MATRIZ DE LA MUESTRA FUENTE IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE LUGAR Y/O COMUNIDAD MUNICIPIO, DEPARTAMENTO COORDENADAS FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO		AGUA NATURAL Río Agua Arriba Niña Inmaculada No Reportadas San José de los Remates, Boaco 1393181,3372 N ; 634767,750 E 2011-03-23 08 h 00					
CÓDIGO DEL LABORATORIO FECHA DE RECEPCIÓN FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS FECHA DEL REPORTE		AN-0222 2011-03-23 2011-03-23 2011-04-01					
Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección	Valor máximo admisib CAPRE ³
TURBIDEZ	2130.B ¹		564,00	UNT		0,00 a 999	5,00 UNT
pH A 25,0 °C	4500-H.B ¹		7,36	Unds.de pH		0,10 a 14,00	6,5 - 8,5 Unidades de
CONDUCTIVIDAD A 25,4 °C	2510.B ¹		248,00	µS.cm ⁻¹		1,0 a 10 000,00	No hay referencia
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030.E ¹		210,40	mg.l ⁻¹		Hasta 20 000,00	1000,00 mg.l ⁻¹
COLOR VERDADERO	2120.B ¹		100,0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5,0 - 70,0	15,00 mg.l ⁻¹ Pt-Co
CALCIO	3500-Ca.B ¹	0,08	12,02	mg.l ⁻¹	0,600		No hay referencia
MAGNESIO	3500-Mg.B ¹	0,20	6,80	mg.l ⁻¹	0,560		50,00 mg.l ⁻¹
SODIO	3500-Na.B ¹	0,18	28,30	mg.l ⁻¹	1,231		200,00 mg.l ⁻¹
POTASIO	3500-K.B ¹	0,10	8,80	mg.l ⁻¹	0,225		10,00 mg.l ⁻¹
CLORUROS	4110.B ¹	0,25	14,93	mg.l ⁻¹	0,421		250,00 mg.l ⁻¹
NITRATOS	4110.B ¹	0,05	< Id	mg.l ⁻¹			50,00 mg.l ⁻¹
SULFATOS	4110.B ¹	0,25	4,57	mg.l ⁻¹	0,095		250,00 mg.l ⁻¹
CARBONATOS	2320.B ¹	2,00	< Id	mg.l ⁻¹			No hay referencia
BICARBONATOS	2320.B ¹	0,75	122,00	mg.l ⁻¹	2,000		No hay referencia
DUREZA TOTAL Como CaCO ₃	2340.C ¹	0,13	58,00	mg.l ⁻¹	1,160		No hay referencia
ALCALINIDAD TOTAL Como CaCO ₃	2320.B ¹	0,62	100,01	mg.l ⁻¹	2,000		No hay referencia
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1,67	< Id	mg.l ⁻¹			No hay referencia
SILICE DISUELTA	4500-SiO ₂ .C ¹	0,20	74,97	mg.l ⁻¹			No hay referencia
NITRITOS	4500-NO ₂ .B ¹	0,003	0,118	mg.l ⁻¹			0,10 ó 3,00 mg.l ⁻¹
HIERRO TOTAL	3500-Fe.B ¹	0,02	11,35	mg.l ⁻¹			0,30 mg.l ⁻¹
FLUORUROS	4500-F.D ¹	0,03	< Id	mg.l ⁻¹			0,7 - 1,5 mg.l ⁻¹

Fig. 9: Análisis fisicoquímico, Aguas arriba, Inmaculada Niña

Fuente: Alcaldía San José de los Remates

ANEXO N°3



Fig. 10: Sumideros en los patios de las casas

Fuente: Propia



Fig. 11: Sumideros

Fuente: Propia



Fig. 12: Aguas domesticas depositadas en las calles

Fuente: Propia



Fig. 13: Aguas en las calles

Fuente: Propia



Fig. 14: Terreno destinado a ocuparse para Planta de Tratamiento.

Fuente: Propia



Fig. 15: Cuerpo Receptor.

Fuente: Propia

Fig. 16: Aguas negras llegando al rio Quebrada Grande.

Fuente: Propia



Tabla 44: Presupuesto del proyecto

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-PTAR, SAN JOSE DE LOS REMATES - BOACO 2021 -2022								
Etapa	Sub Etapa	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TRANSPORTE	PRECIO PROY	CODIGO	PRECIO TOTAL
0 10	0 0	PRELIMINARES						48153.698
0 20	0 0	MOVIMIENTO DE TIERRA						17503.39
0 30	0 0	ESTRUCTURA DE CONCRETO (CAJAS DE REGISTRO)						64550.835
0 40	0 0	MURO PERIMETRAL						29883.140
0 50	0 0	CASETA DE SEGURIDAD						2765.34
0 60	0 0	ELECTRICIDAD PARA PTE						33080.207
0 70	0 0	RED DE ALCANTARILLADO						652886.05
0 80	0 0	CANAL DE ACCESO						562.79
0 90	0 0	REJILLAS						58333.01
0 100	0 0	CANAL DE PHARSALL						760.56
0 110	0 0	DESARENADOR						806.48
0 120	0 0	DESENGRASADOR						819.43
0 130	0 0	LAGUNA FACULTATIVA						248794.18
0 140	0 0	LAGUNA DE MADURACION						321598.34
0 150	0 0	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA						1288.83
COSTO DIRECTO TOTAL								1481786
COSTO INDIRECTO (15%)								222267.9397
ADMINISTRACION Y UTILIDADES (15%)								222267.9397
IMPREVISTOS (10%)								148178.6265
SUB-TOTAL								2074500.771
IMPUESTO DE VALOR AGREGADO (15%)								311175.1156
IMPUESTO MUNICIPAL (1%)								20745.00771
VALOR TOTAL DE LA OFERTA EN DOLARES \$								2406420.894
VALOR DE LA OFERTA EN CORDOBAS C\$								84224731.297

Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento para el Municipio de San José de los Remates-Boaco.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-PTAR, SAN JOSE DE LOS REMATES - BOACO 2021 -2022								
Etapa	Sub Etapa	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TRANSPORTE	PRECIO PROY	CODIGO	PRECIO TOTAL
0 10	0 0	PRELIMINARES						48153.698
	0 1	LIMPIEZA INICIAL Y DESCAPOTE DE 30 CENTIMETROS	M2	22960	5.950	39.66	92224	26019.490
	0 2	TRAZO Y NIVELACION PARA MURO PERIMETRAL (INCL. ESTACAS DE MADERA)(NO INCL. EQUIPO DE TOPOGRAFIA)	ML	654		43.28	95979	808.785
	0 3	TRAZO Y NIVELACION PARA CANAL DE ENTRADA,REJILLAS,CANAL DE PHARSALL,DESARENADOR, DESENGRASADOR,Y LAGUNAS FACULTATIVAS Y DE MADURACION (INCL. ESTACAS DE MADERA y EQUIPO DE TOPOGRAFIA-Teodolito, estadia, plomada, cinta y otros)	M2	16562	5.542	36.94	96522	17481.868
	0 4	TRAZO Y NIVELACION PARA ANDENES (INCL. ESTACAS DE MADERA) (NO INCL. EQUIPO DE TOPOGRAFIA)	M2	6398	2.860	19.06	92018	3484.907
	0 7	ROTULO LEYENDA(SOLAMENTE PINTADO CON PINTURA DE ACEITE) PARA PROYECTOS	M2	2	941.450	6276.33	96014	358.648
0 20	0 0	MOVIMIENTO DE TIERRA						17503.39
	0 1	CORTE Y RELLENO COMPENSADO (COMPACTADO) CON MOTONIVELADORA Y VIBRO-COMPACTADORA "TERRAZAS"	M3	52		160.81	92017	238.923
	0 2	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS (INCL. MODULO)	KM	48		2325.40	95443	3189.125
	0 3	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE RETRO-EXCAVADORA+MARTILLO	KM	48		529.17	95575	725.724
	0 4	RELLENO COMPENSADO (CON TRACTOR SOBRE ORUGAS)	M3	1395.564		138.19	93739	5510.229
	0 5	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT.SELECTO A 1 KM,CARGA CON EQUIPO (INCL. DERECHO DE EXPLOTACION)	KM	1395.564		196.61	93224	7839.385
0 30	0 0	ESTRUCTURA DE CONCRETO (CAJAS DE REGISTRO)						64550.835
	0 1	CANAL DE DRENAJE CUADRADO DE CONCRETO DE 2500 PSI REF.Ancho=0.45m,Alto=0.45m,E=0.10m C/EXC. CON REPELLO CORRIENTE y FINO	ML	605.69		97.15	0 2556	58840.665
	0 2	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI REF. DE Ancho 1=0.75m,Ancho 2=0.75m,Alt.=0.40m,Espesor=0.10m CON REPELLO CORRIENTE(INCL. EXC	C/U	5		265.90	0 3374	1329.483
	0 3	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI REF.+CONCRETO DE 3000 PSI DEAncho=1.5m,Largo=1.5m,Alt.=0.40m CON REPELLO y FINO CORRIENTE(INCL. EXC	C/U	11		309.11	0 3070	3400.234
	0 4	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI REF.+PARED DE BLOQUE DE MORTERO DE Ancho=1.20m,Largo=1.20m,Alt.=0.40m CON REPELLO y FINO (INCL. EXC,	C/U	1		165.94	0 3073	165.942
	0 5	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI REF.+CONCRETO DE 3000 PSI+PARED DE LADRILLO CUARTERON DE Ancho=0.90m,Largo=0.9m,Alt.=0.4m(NO INCL. TAPA	C/U	4		203.63	0 4835	814.510
0 40	0 0	MURO PERIMETRAL						29883.140
		COLUMNA DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 0.25mx0.25m, REF. 4#4, ESTR.#2, REF 4#5, 4 FOEMALETAS CARAS	ML	480		1094.63	0 4344	15012.064
		CERCO (A) DE TUBO REDONDO DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" CON MALLA CICLON ,Alto=1.83m(6') CON ARB	ML	654		1599.25	03389	29883.14
0 50	0 0	CASETA DE SEGURIDAD						2765.34
0 10		MOVIMIENTO DE TIERRA						55.76
	0 1	TERRAZA DE MATERIAL SELECTO COMPACTADO AL 95% PROCTOR	M3	10.68		162.87	96129	49.70
	0 2	EXCAVACIONES ESTRUCTURALES	M3	1.44		147.32	96047	6.06

Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento para el Municipio de San José de los Remates-Boaco.

0 70		ELECTRICIDAD INTERIOR						849.762
	0 1	APAGADOR SENCILLO	C/U	1		590.02	95544	16.858
	0 2	APAGADOR DOBLE	C/U	1		14.39	95676	0.411
	0 3	TOMACORRIENTE SENCILLO POLARIZADO	C/U	1		1770.61	93716	50.589
	0 4	CAJA DE ACERO	C/U	2		606.31	94208	34.646
	0 5	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE SOLIDO THHN Cal.#2	ML	34		282.06	93903	274.005
	0 6	LÁMPARA (6 LUMINARIA) CON RÓTULO DE EMERGENCIA 120/277V CON DOS LÁMPARAS FLUORESCENTES (ILUMINACIÓN A DOS CARAS)	C/U	1		3797.90	96779	108.512
	0 7	LAMPARA (6 LUMINARIA) FLUORESCENTE DE 1x40 WATTS	C/U	2		2540.31	94837	145.160
	0 8	PANEL (o TABLERO) MONOFASICO 2 ESPACIOS, 120/240 VOLTIOS, BARRA DE 150 AMPERIOS PARA INTEMPERIE	C/U	2		3842.67	93626	219.581
	0 1	DESCAPOTE	M3	43.06		69.47	PP	85.46
	0 2	EXCAVACION ESTRUCTURAL	M3	2903.47		653.63	93672	54222.86
	0 3	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL SELECTO (95% PROCTOR)	M3	3991.58		713.70	94654	81393.57
	0 4	ACARREODE MATERIAL DE DESECHP	M3	3774.51		186.05	propio	20064.03
	0 5	VOLUMEN DE CONCRETO PARA LOSA (3000 PSI; ESP 25 CM)	M3	39.98		6231.81	95469	7117.61
	0 6	VOLUMEN DE CONCRETO PARA MUROS (3000 PSI; 25 CM)	M3	206.74		6231.74	92005	36809.31
	0 7	FORMALETA DE AREA DE CONTACTO DE PARED DE CONCRETO REF.	M2	474.95		329.34	92005	4469.17
	0 8	TUBO DE EXTRACCION DE LODOS, DIAM 8 PULG HG	ML	26		5573.07	92371	4140.00
	0 9	NIPLE DE HG Q 8 PUL HG	C/U	3		22601.44	96596	1937.27
	0 10	TUBO PVC - SDR -41 DIAMETRO 8 PUL	C/U	3		1929.66	96209	165.40
	0 11	UNION MALEABLE	C/U	3		166.10	PP	14.24
	0 12	Y- DIAM,8 PULG HG	C/U	3		17927.62	95791	1536.65
	0 13	C-DIAM, 8 PULG X 45° HG	C/U	3		3598.72	96208	308.46
	0 14	VALVULA DE DIAMETRO DE 8 PULG DE CIERRE RAPIDO	C/U	3		156.36	93992	13.40
	0 15	ACERO DE REFUERZO # 4	LB	20600		41.66	95790	24522.00
	0 16	ACERO DE REFUERZO # 3	LB	5507		36.86	93353	5800.22
	0 17	ACERO DE REFUERZO # 8	LB	7873		44.86	PP	10091.75
	0 18	ALAMBRE DE AMARRE CALIBRE 18	LB	1828		53.57	PP	2797.76
0 60	0 0	EIECTRICIDAD PARA PTE						33080.207
	0 1	CERCO (A) DE POSTES DE MADERA (Azadirachta, conocido como nim o neem) RUSTICA, Diám.=4", Alt.=2.20m @ 1.20m CON 3 HILADAS DE ALAMBRE DE PUAS Cal.#13½	ML	1434.4		498.08	93238	20412.725
	0 2	BANCO DE TRANSFORMADORES DE 1x10 KVA, 7.6/13.2 KV, 120/240 v (INCL. ESTRUCTURA)	C/U	1		41072.20	93464	1173.492
	0 3	ESTRUCTURA ELECTRICA TR2-105/C; TRANSFORMADOR MONOFASICO EN POSTE D E CONCRETO	C/U	8		17199.66	93974	3931.352
	0 4	ESTRUCTURA ELECTRICA D1-2; RETENIDA DOBLE CON PERNO GUARDACABO Y ANCLA	C/U	8		6246.36	93564	1427.740
	0 5	CABLE ELECTRICO AAC(All Aluminum Conductor) CUADRUPLEX #4	ML	420		342.69	93807	4112.323
	0 6	CAJA DE EMPALME DE HIERRO GALVANIZADO L=0.203m(8"), A=0.203m(8"), ALTURA=0.1524m(6") SUPERFICIAL PARA INTEMPERIE PARA USO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	C/U	1		780.46	96763	22.299
	0 7	OTROS	C/U	1		70009.66	Prop.	2000.276

Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento para el Municipio de San José de los Remates-Boaco.

070	00	RED DE ALCANTARILLADO						652886.05
	010	PRELIMINARES						43947.35692
	01	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIA SANITARIO (INCL. ESTACAS DE MAD + MANO + EQUIPO DE TOPOGRAFIA ,TEODOLITO, ESTADIA, CINTA Y OTROS).	ML	18400			64.27	96493 33789.34
	02	DESPEGAR MANUALMENTE ADOQUINADO CON CALICHE DE ARENA.	M2	7436.9			21.49	92044 4566.43
	03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	KM	124.3	173.68		1157.86	4117.01
	04	ROTULO TIPO FISE 1.22M X 2.44M (ESTRUCT DE FORRO + FORRO ZIN LISO) CON BASE DE CONCRETO REFORZADO DE 2500 PSI) MADERA RAAN	C/U	2			16713.07	4277 955.03
	05	INSTALACION DE SERVICIOS TEMPORALES	Glb	2			4253.59	PP 243.06
	06	CHAMPA ABIERTA	Glb	1			1761.24	92205 50.32
	07	CHAMPA CERRADA	Glb	1			2492.35	92204 71.21
	08	ROTULOS DE SEÑALIZACION DE LA OBRA (AVISO PREVENTIVO)	C/U	10			542.35	2880 154.96
	020	RED BASICA						256631.57
	01	DESINTALACION MANUAL DE ADOQUINES	ML	7105.2			59.60	92586 12099.36
	02	REINSTALACIÓN DE ADOQUINADO (INCL. CAMA DE ARENA NUEVA, NO INCL. ADOQUINES	ML	7105.2			68.97	95155 14001.06
	03	EXCAVACIONES EN FORMA DE ZANJA CON RETRO EXCAVADORA EN TERRENO NAT.	M3	7105.2			59.60	95171 12099.36
	04	TUBERIA DE PVC Diám.=6" (SDR-41) INCL. BLOQUE DE REACCION Y EXCAVACION)	ML	6,294.00			831.98	0 3203 149614.58
	05	TUBERIA DE PVC Diám.=8" (SDR-41) (NO INCL. EXCAVACION.	ML	460			858.68	11285.55
	06	TUBERIA DE PVC Diám.=10" (SDR-41) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	211.8			1422.36	0 2721 8607.31
	07	TUBERIA DE PVC Diám.=12" (SDR-41) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	139.4			1914.29	0 2719 7624.35
	09	CONFORMACION Y COMPACTACION DE ADOQUINADO (MOTONIVELADORA Y VIBRO COMPACTADORA	M3	10890			71.77	93554 22332.06
	010	PRUEBA DE EXFILTRACIO HASTA 100 M PARA TUBOS DE DIAMETRO DE 6" (INCLUYE PROVEER AGUA,BOMBA Y UN TAPON HEMBRA).	ML	6625.7			87.33	96225 16532.65
	011	PRUEBA DE EXFILTRACIO HASTA 100 M PARA TUBOS DE DIAMETRO DE 8" (INCLUYE PROVEER AGUA,BOMBA Y UN TAPON HEMBRA).	ML	460			98.67	96510 1296.78
	012	PRUEBA DE EXFILTRACIO HASTA 100 M PARA TUBOS DE DIAMETRO DE 10" (INCLUYE PROVEER AGUA,BOMBA Y UN TAPON HEMBRA).	ML	211.8			91.68	96504 554.77
	013	PRUEBA DE EXFILTRACIO HASTA 100 M PARA TUBOS DE DIAMETRO DE 12" (INCLUYE PROVEER AGUA,BOMBA Y UN TAPON HEMBRA).	ML	139.4			94.66	96510 377.03
	014	BOTAR (CON CAMION VOLQUETE) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 2.5 KMS (INCL.	M3	86.981			83.17	93226 206.70
	030	POZOS DE VISITA						359.82
	01	EXCAVACION ENTERRENO NATURAL PARA UN POZO DE VISITA, DIAM INTERNO: 1.20 M, ALT:3.70 M SOBRE EXCAVACION CIRCULAR: 0.60	C/U	67			1793.15	0 5270 3432.59
	02	EXCAVACION ENTERRENO NATURAL PARA UN POZO DE VISITA, DIAM INTERNO: 1.20 M, ALT:5.86 M SOBRE EXCAVACION CIRCULAR: 0.60	C/U	2			2469.53	5272 141.12
	03	POZO DE ABSORCION DE LADRILLO TRAPEZOIDAL DE BARRO, Diám.=1.50m, Prof.=3.70 m	C/U	67			3339.29	0 4937 6392.36
	04	POZO DE ABSORCION DE LADRILLO TRAPEZOIDAL DE BARRO, Diám.=1.50m, Prof.=5.86 m	C/U	2			20529.66	5273 1173.12
	07	BOTAR (CON CAMION VOLQUETE) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 2.5 KMS (INCL.CARGA CON EQUIPO	M3	612	12.4760		83.17	93226 1454.35

Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de tratamiento para el Municipio de San José de los Remates-Boaco.

	0 40	CONEXIONES						38774.84
	0 1	CONEXIONES DOMICILIARES CORTA CON TUBO DE 4 PULG, (INCLUYE CAJA DE REGISTRO DE 0.60 X 0.60 M.)	C/U	1350		1005.273597	3375	38774.84
0 80	0 0	CANAL DE ACCESO						562.79
	0 1	TUBO DE 200 MM	C/U	1		334.26	PP	9.55
	0 2	Concreto Ciclopeo: 60% concreto de 2500 psi + 40% piedra bolon (Incluye acarreo + bolon del sitio) mayor a 2 pulg. Hechura con mezcladora (No incluye Fund.)	M3	3		333.26	97221	28.57
	0 3	ACERO DE REFUERZO 3/8	QQ	2		2149.66	PP	122.84
	0 4	ALAMBRE DE AMARRE CALIBRE 18	LB	10		49.66	PP	14.19
	0 5	CONCRETO DE 3 000 PSI MEZCLADO A MANO (NO INCLUYE FUND).	M3	2		4292.56	92006	245.29
	0 6	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	2		333.26	92282	19.04
	0 7	TABLAS DE JIÑOCUAO PARA FORMALETAS	M	12		359.66	PP	123.31
0 90	0 0	REJILLAS						58333.01
	0 1	HIERRO DE 1/2 PARA REJILLAS	QQ	1		2140.28	PP	2140.28
	0 2	PLATINA CUADRADA DE ACERO (A-36) Ancho=0.50X0.84m, Espesor=1" CON 12 HOYOS (NO INCLUYE PERNOS)	C/U	1		6992.87	97399	6992.87
	0 3	BISAGRA EN FORMA DE "U" HECHA DE 1 PLATINA (A-36) Ancho=0.075m(3"),Long.=0.10m(4"),Espesor=1"+2 PLATINAS Ancho=3",Long=3", Esp=1", CON 1 HOYO Diám.=1"	C/U	3		886.09	97407	2658.26
	0 4	HIERRO DE REFORZAMIENTO 3/8	QQ	4		2140.28		8561.10
	0 5	CONCRETO DE 3 000 PSI CON MEZCLADORA (NO INCLUYE FUND). PARA PARED DE CANAL	M3	9.6		3632.43	92005	34871.29
	0 6	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	9.6		323.88	92282	3109.21
0 100	0 0	CANAL DE PHARSALL						760.56
	0 1	CANAL PARSHALL DE ESTRUCTURAS DE ACERO (A-36)+CONCRETO DE 3000 PSI REF. D=6"	C/U	1		26619.68	0 3197	760.56
0 110	0 0	DESARENADOR						806.48
	0 1	EXCAVACIÓN (CON RETRO-EXCAVADORA) PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NATURAL	M3	42		412.14	94654	494.57
	0 2	BOTAR (CON CAMION VOLQUETE) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 2.5 KMS (INCL.	M3	42		79.66	95391	95.60
	0 3	DESARENADOR DE CONCRETO DE 3,000 PSI REF. #3 @0.20m EN	ML	1		7570.78	0 5115	216.31

0 120	00	DESENGRASADOR						819.43
	01	EXCAVACIÓN (CON RETRO-EXCAVADORA) PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NATURAL	M3	5		412.14	94654	58.88
	02	BOTAR (CON CAMION VOLQUETE) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 2.5 KMS (INCL.	M3	5		79.66	95391	11.38
	03	TRAMPA DE GRASA DE CONCRETO DE 3,000 PSI REF.+PARED DE BLOQUE DE MORTERO DE 3.60X2M+1 CODO+1 TEE(INCL. REPELLO y FINO COR)(NO INCL.EXC.	C/U	1		26220.90	0 2288	749.17
0 130	00	LAGUNA FACULTATIVA						248794.18
	01	EXCAVACIÓN (CON RETRO-EXCAVADORA) PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NATURAL	M3	9,360		412.14	94654	110218.97
	02	BOTAR (CON CAMION VOLQUETE) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 2.5 KMS (INCL.	M3	9,360		79.66	95391	21304.32
	03	BOLSAS DE CEMENTO PORCLAND (MEZCLA MANUAL DE SUELO-CEMENTO PROPORCION 1:10 (C:S) (1 DE CEMENTO y 10 DE SUELO)	C/U	11,412		359.66	PP	117270.88
0 140	00	LAGUNA DE MADURACION						321598.34
	01	EXCAVACIÓN (CON RETRO-EXCAVADORA) PARA ESTRUCTURAS EN TERRENO NATURAL	M3	12,103		412.14	94654	142519.26
	02	BOTAR (CON CAMION VOLQUETE) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 2.5 KMS (INCL.	M3	12,103		79.66	95391	27547.67
	03	BOLSAS DE CEMENTO PORCLAND (MEZCLA MANUAL DE SUELO-CEMENTO PROPORCION 1:10 (C:S) (1 DE CEMENTO y 10 DE SUELO)	C/U	14,746		359.66	PP	151531.41
0 150	00	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA						1288.83

Nota: Fuente: Propia