

CAPÍTULO I. RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1 Datos de la entidad que realizó el Estudio de Impacto Ambiental

Nombre de la entidad

División de Estudios Medio Ambientales (DEMA), Grupo Empresarial GEOCUBA, MINFAR.

Dirección de la entidad.

Loma/37 y 39. Nuevo Vedado. Plaza de la Revolución. La Habana. CP 10 600.

Teléfonos: (07) 883 70 48, 881 59 76, 033 21 30 67, Móvil: 54021466

E-mail: dema@geodesa.geocuba.cu.

Director de la entidad

Ing. Geosvany Méndez Gutiérrez

Objeto social

El Grupo Empresarial GEOCUBA, cuenta con una experiencia y conocimiento de más de 30 años de estudios realizados sobre el medio geográfico. Con este aval la División de Estudios Medio Ambientales (DEMA), fue reacreditada para la realización de Estudios de Impacto Ambiental (EslA), mediante la Resolución No.41/2018 del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, y actualmente se encuentra en reacreditación.

La acreditación corresponde a las siguientes obras o proyectos:

1. Presas o embalses, canales de riego, acueductos, y obras de drenaje, dragado, u otras obras que impliquen la desecación o alteración significativa de cursos de agua.
2. Plantas siderúrgicas integradas.
3. Instalaciones químicas o petroquímicas integradas.
4. Instalaciones destinadas al manejo, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de desechos peligrosos.
5. Actividades mineras.
6. Centrales de generación eléctrica, líneas de transmisión de energía eléctrica o subestaciones.
7. Construcción de líneas ferroviarias, terraplenes, pedraplenes, rutas, autopistas, gasoductos oleoductos.
8. Aeropuertos y puertos.
9. Refinerías y depósitos de hidrocarburos y sus derivados.
10. Instalaciones para la gasificación y licuefacción de residuos de hidrocarburos.
11. Instalaciones turísticas, en particular las que se proyecten en ecosistemas costeros.
12. Instalaciones poblacionales masivas.
13. Zonas francas y parques industriales.
14. Agropecuarias, forestales, acuícolas y de maricultivo, en particular las que impliquen la introducción de especies de carácter exótico, el aprovechamiento de especies naturales de difícil regeneración o el riesgo de la extinción de especies.
15. Cambios en el uso de suelo que puedan provocar deterioro significativo en éste o en otros recursos naturales, o afectar el equilibrio ecológico.
16. Colectores y emisores de efluentes sanitarios urbanos.

17. Perforación de pozos de extracción de hidrocarburos.
18. Hospitales y otras instalaciones de salud.
19. Obras relativas a la biotecnología, productos y procesos biotecnológicos.
20. Rellenos sanitarios.
21. Cementerios y crematorios.
22. Obras o actividades en áreas protegidas, no contempladas en sus planes de manejo.
23. Industria azucarera y sus derivados.
24. Industrias metalúrgicas, papeleras y de celulosa, de bebidas, lácteas y cárnicas, cementeras y automotoras.

Además de obras o actividades que tengan lugar en ecosistemas frágiles, que alteren significativamente los ecosistemas, su composición o equilibrio; o afecten el acceso de la población a los recursos naturales y al medio ambiente en general.

La experiencia de la DEMA abarca la ejecución de Estudios Ambientales y de Riesgos para Situaciones de Desastres a hoteles y villas turísticas ubicadas en cayos y zonas costeras, puertos, marinas, embalses, instalaciones industriales de procesamiento de hidrocarburos, gasoductos y oleoductos, exploración de yacimientos minerales sólidos e hidrocarburos, viales, instalaciones ferroviarias, de molinado de cereales, productoras de papel y cartón, para la cría artificial de peces y crustáceos, hospitales entre otras.

El tratamiento con bacterias de acción dirigida se ha aplicado en más de 50 instalaciones hoteleras y restaurantes de todo el país, desde finales de la década del 90 del pasado siglo, con excelentes resultados, disminuyendo la carga contaminante en estos polos y mejorando la eficiencia de los sistemas de tratamiento de residuales líquidos.

Entre los clientes más importantes se encuentran la Unión del Níquel, CUPET (incluyendo la prospección de yacimientos de petróleo costa fuera), la Inmobiliaria ALMEST, Unión del Papel, Empresa Cuba Ron S.A., Almacenes Universales S.A.

Además existen relaciones comerciales con el Grupo Empresarial de la Industria de Materiales de la Construcción, Grupo Empresarial del Azúcar, otras empresas y entidades del Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Industrias, Ministerio de la agricultura, de la Industria Alimentaria y la Pesca y Ministerio del Turismo. La DEMA posee cinco acreditaciones emitidas por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), para la realización de Estudios de Impacto Ambiental desde el año 1997, amparadas por las siguientes resoluciones:

1. Resolución N° 9702 de 1997.
2. Resolución N° 6 del 2001.
3. Resolución N° 91 del 2005.
4. Resolución N° 209 del 2008.
5. Resolución N° 190 del 2012.
6. Resolución N° 242 del 2014.
7. Resolución N° 41 del 2018.

Cuenta con la acreditación emitida por el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil para la realización de los Estudios de Riesgo en Situaciones de Desastres y Planes de Reducción de Desastres.

Para los siguientes tipos de Estudios:

1. Estudios de peligros de desastres de origen natural.
2. Estudios de peligros de desastres de origen tecnológico.
3. Estudios de peligros de desastres de origen sanitario.
4. Estudios de vulnerabilidad para peligros identificados en los puntos 1 y 2.
5. Análisis y evaluación integral de riesgos, en correspondencia con los estudios de peligros y vulnerabilidades realizados.
6. Implementación de Sistemas de Gestión de Riesgos.
7. Desarrollo de proyectos de Investigación Científica en temas de prevención y mitigación de desastres.
8. Metodologías de registros en Centro Nacional de Derecho de Autor (Valoración de riesgos para la prevención de desastres y su aplicación en ductos de combustibles).
9. Asesoramiento y consultorías en temas de reducción de peligros de origen natural, tecnológico y sanitario.
10. Asesoramiento y consultorías en temas de reducción de la vulnerabilidad ante los peligros de origen natural, tecnológico y sanitario.

I.2 Nombre, grado científico y centro de trabajo de los especialistas que participaron en el estudio, especificando la parte que realizó cada uno

Los integrantes del equipo (tabla 1) y las tareas realizadas se listan a continuación.

Tabla 1. Equipo de trabajo y contenido desarrollado por cada especialista.

Nombre y apellidos	Temáticas abordadas	Institución
MSc. Rolando González Santana. Profesión: Ing. Geólogo Grado Científico: Master en Ciencias Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión y aprobación informe final. 	CSCT-DEMA
Ing. Geosvany Méndez Gutiérrez Profesión: Ing. Geólogo Grado Científico: Master en Ciencias Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinador del Proyecto 	AGESA CSCT-DEMA
MSc. Rafael Salas Trujillo (Jefe del Proyecto.) Profesión: Ing. Químico Grado Científico: Master en Ciencias Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Integración del informe final. • Descripción del proyecto. • Descripción de la Línea Base Ambiental • Clima • Aire • Ruido • Paisajes • Identificación y evaluación de impactos ambientales • Medidas preventivas y correctoras. • Plan de monitoreo. 	AGESA CSCT-DEMA
MSc. Beatriz Árias Rosales Profesión: Ing. Hidráulica Grado Científico: Master en Ciencias Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción del proyecto. • Descripción de la Línea Base Ambiental • Hidrología e hidrogeología • Identificación y evaluación de impactos ambientales • Medidas preventivas y correctoras. • Plan de monitoreo. 	AGESA CSCT-DEMA

Tabla 1(Cont...)

Nombre y apellidos	Temáticas abordadas	Institución
MSc. Kelma Zubiaur Chapman Profesión: Ing. Geofísica Grado Científico: Master en Ciencias Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> Geomorfología. Geología Tectónica 	AGESA CSCT-DEMA
Sergio Martínez Vega. Profesión: Lic. Biología	<ul style="list-style-type: none"> Flora y fauna Paisajes Valoración actual del estado del medio ambiente. 	AGESA CSCT-DEMA
Ing. Heidy Sánchez Sabigne Profesión: Ing. Química	<ul style="list-style-type: none"> Caracterización socioeconómica. 	AGESA CSCT-DEMA
Ariel Charón Vidal	<ul style="list-style-type: none"> Equipo de apoyo 	AGESA CSCT-DEMA

Tabla 1. Equipo de trabajo y contenido desarrollado por cada especialista.

1.3 Título y promotor del proyecto de obra o actividad, haciendo referencia, además, a otras entidades con intereses vinculados al proyecto.

- ✚ *Título:* Según microlocalización aprobada por la Dirección Provincial de Planificación Física de La Habana la inversión con código 2314-113-1609-1-146-2020 tiene como título, “La Reparación de Redes y Colectores de la margen Izquierda del río Luyanó. Municipio Diez de octubre y Arroyo Naranjo”.
- ✚ *Promotor:* Empresa de Servicios Ingenieros Hidráulicos de Occidente (ESIHO).
- ✚ *Otras entidades con interés vinculadas al proyecto:*
 1. Empresa Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de La Habana (EIPHH)
 2. Empresa de Acueducto y Alcantarillado (Aguas de La Habana)
 3. Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de La Habana (EAHH)
 4. Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos (ENAST)
 5. Empresa de Saneamiento Básico de La Habana (SBH)
 6. Dirección de Planificación Física de La Habana (DPPFH)
 7. Empresa Constructora de Obras de Ingeniería (ECOING) 25
 8. Empresa de Mantenimiento y Reparación de obras Hidráulicas de Occidente (EMAROHO).

Se beneficiarán ambientalmente con este proyecto el río Luyanó y la bahía de La Habana como ecosistema importante para el desarrollo económico, social y turístico. Desde el punto de vista social la población de dos municipios habaneros. La Empresa que operará y llevará a cabo la ejecución y el mantenimiento de la obra también recibirá beneficios representativos.

Los resultados de este estudio fueron resumidos en un plan maestro hasta el año 2020 enfocado en dos aspectos fundamentales: mejorar el sistema de alcantarillado existente e instalar tramos nuevos que incluyen redes de colectores principales y secundarios para facilitar el saneamiento de la margen izquierda del río. Sobre esta base los objetivos trazados son:

1. Garantizar el funcionamiento del sistema durante un período de explotación de 30 años para más de 50 000 habitantes de los municipios Arroyo Naranjo y Diez de Octubre.

1. Mejorar el funcionamiento de las redes existentes, por tanto, se eliminará el desbordamiento de los registros considerados focos de contaminación que afectan a la salud humana.
2. Incrementar la capacidad de evacuación o servicio del sistema de alcantarillado de la ciudad con la instalación de nuevos tramos, propiciando el funcionamiento en condiciones de flujo libre y sin vertimientos al río y al drenaje pluvial.
3. Contribuir al mejoramiento paulatino de la calidad del agua de la bahía de La Habana para incrementar su uso con fines sociales, deportivos y turísticos, lo que se traduce en aportes a la economía nacional y local, así como reputación cultural.

1.4 Características generales del proyecto, ventajas y desventajas, antecedentes de su ejecución en Cuba y otras regiones

Características generales del proyecto

Este proyecto es relativamente sencillo define la propuesta definitiva de diseño de las redes de alcantarillado para la evacuación de las aguas residuales de una parte de los municipios Arroyo Naranjo y Diez de Octubre. Se presenta en los planos de plantas y perfiles longitudinales el trazado y dimensionamiento final de la red colectora de la margen izquierda del río Luyanó que tributará al Colector Sur Nuevo.

La cuenca tiene una extensión de 664,62 hectáreas con una población tributaria de 124 212 habitantes. Las redes existentes dentro de esta cuenca tienen una longitud total de 124,2 km, de las cuales en el diseño 9.76 km corresponden a colector y subcolectores (4,63 km corresponden al Colector Propuesto de la Margen Izquierda y 5,13 km a los subcolectores proyectados), quedando 113,8 km en redes existentes de DN 200 mm.

Colector principal

Al colector principal tributa un Área Total de 508,72 ha y fue diseñado para una Población Total de 97 507 hab. Con una longitud de 4,63km evacua los residuales desde el reparto Mantilla, municipio Arroyo Naranjo, comenzando su trazado con un conducto de Diámetro Nominal (DN) 500 mm en el registro RC-1 ubicado aproximadamente a 20m de la intersección de la calle Santa Julia y Rodríguez de Armas, continuando su trayecto a campo abierto hasta la intersección de la calle R. Fuentes con la calle 25; ubicadas en el reparto Vista Alegre, municipio Diez de Octubre.

La excavación se debe realizar con retroexcavadora, aplicándose sección trapezoidal en todo el trazado considerando que las profundidades de excavaciones en la zanja varían entre los 4,00 m y 5,00 m. El estacionado de proyecto para el diseño del colector y los subcolectores se realizó cada 20 m. Se ha previsto en el trazado del colector la construcción 76 registros nuevos y para los subcolectores un total de 100 registros.

Subcolectores

Se diseñaron nueve subcolectores que evacuaran los residuales hacia el colector principal, a continuación, se da una breve descripción del trazado de los mismos:

Subcolector No-1: tiene una longitud de 246,86 m, evacua un residual de 78,50 L/s y se encuentra ubicado en la localidad de Mantilla municipio Arroyo Naranjo.

Subcolector No-2: se encuentra ubicado en la localidad de Vista alegre, municipio Diez de Octubre, tiene una longitud de 286,78 m y evacua un residual de 40,72 L/s.

Subcolector No-3: comienza su trazado en el reparto Víbora Park ubicado en el municipio Arroyo Naranjo. Tiene una longitud total de 2351,84 m y evacua un caudal de 287,18 L/s.

Subcolector No-4: ubicado en Lawton, comienza su trazado en la esquina de Dolores y calle 12. Tiene una longitud de 690,32 L/s y recoge un caudal de 81,44 L/s.

Subcolector No-5: con una longitud de 211,57 m se encuentra ubicado en la calle Fonts desde calle 11 hasta el registro RC-51 del colector principal. Tiene una longitud de 313,96 m y evacua un caudal de 14,78 L/s.

Subcolector No-7: comienza su trazado en la intersección de la calle Céspedes y calle Lugareño. Este subcolector tiene una longitud de 177,40 m y evacua un caudal de 20,05 L/s.

Subcolector No-8: comienza su trazado en la intersección de la calle Los Benavides y calle Pedro Perna. Tiene una longitud de 341,40 m, evacuando un residual de 21,32 L/s.

Subcolector No-9: Inicia en la intersección de la calle Manuel Pruna y calle Enna. Tiene una longitud de 508,87 m y evacua un caudal de 50,94 L/s.

Tramos a sustituir

Según dictamen técnico entregado por la Dirección de Saneamiento de la Empresa Aguas de La Habana, de estos 113,8 km en redes existentes de DN 200 mm, 80,6 km se encuentran en mal estado y requieren ser sustituidas por nuevos conductos de iguales diámetros. El Caudal de diseño a evacuar en toda la cuenca es de 1147,50 L/s.

Las redes existentes dentro de esta cuenca tienen una longitud total de 124,2 km, de las cuales en el diseño 9,76 km corresponden a colector y subcolectores (4,63 km corresponden al Colector Propuesto de la Margen Izquierda y 5,13 km a los subcolectores proyectados), quedando 113,8 km en redes existentes de DN 200 mm. Según el Dictamen Técnico entregado por la Dirección de Saneamiento de la Empresa Aguas de La Habana, de estos 113,8 km en redes existentes de diámetro 200 mm, 80,6 km se encuentran en mal estado y requieren ser sustituidas por nuevos conductos de PEAD Corrugado de Diámetro Nominal (DN) 200 mm. Bajo esta premisa se hace necesario rehabilitar en toda la cuenca, un total de 643 registros de alcantarillado para la red de 200 mm de diámetro. Paralelo a la sustitución de estos conductos y a la rehabilitación de estos registros se deben ejecutar por rehabilitación 12 422 entronques que se conectarán a los ramales de recogida que los unirán al colector y subcolectores.

Tipos de tuberías

Los conductos proyectados son de PEAD Corrugado SN-4 y tendrán la capacidad de conducir el caudal de diseño en cada tramo, con los parámetros hidráulicos óptimos y con los requerimientos de diseño establecidos según la Norma Cubana NC 1239:2018 "Especificaciones para el diseño y construcción de Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial Urbano". Lo que contribuirá a lograr un mejor funcionamiento durante el período de explotación que es de 30 años para localidades con más de 50 000 habitantes.

Ventajas y desventajas de su ejecución en Cuba y otras regiones

Ventajas

Las actividades o acciones que se ejecutarán para la instalación de tuberías nuevas y sustitución de los tramos defectuosos son convencionales, estos trabajos se han realizado en otras provincias del país como Santiago de Cuba. Es importante destacar que el uso del PEAD es ventajoso con relación a otros tipos de conductos y estas características han agilizado el predominio de este material tanto en redes de acueducto como alcantarillado.

La tubería de polietileno de alta densidad PEAD es un producto plástico, termoplástico, graso al tacto y blando en pequeños espesores, siempre flexible, no tóxico y menos denso que el agua, tiene mayor resistencia a la presión, a la tensión y tiene una duración de hasta 100 años. Actualmente se fabrican lisas y corrugadas (figura 1) pero con características muy similares.



Fig 1. Tubos de PEAD lisos y corrugados utilizados internacionalmente en las redes de alcantarillado y acueducto.

El PEAD o también llamado *HDPE* por sus siglas en inglés “*High Density Polyethylene*”, está presente en objetos tan cotidianos como botellas, envases, juguetes, cascos y todo tipo de objetos domésticos. Concretamente las ventajas del uso se resumen en:

1. Bajo peso

Extremadamente ligeras, con una densidad comprendida entre 0,93 y 0,96 g/cm³, por lo que flotan en el agua y son fáciles de transportar y manipular. Para la instalación se requieren menos recursos mecánicos que para otros tubos mucho más pesados, lo que disminuye el costo de instalación.

2. No se oxidan

Poliolefinas de alto peso molecular, por lo que presentan una estructura apolar, lo que les proporciona una excelente resistencia a los agentes químicos. Gracias a su inercia química, son resistentes a los ácidos inorgánicos (clorhídrico, sulfúrico, etc.), álcalis, detergentes, rebajadores de tensión, aceites minerales o productos de fermentación

3. No se corroen

Las propiedades de los tubos de PEAD no se ven alteradas ante la presencia de terrenos corrosivos, terrenos ácidos con bajo nivel de pH o alto contenido en sulfatos. No presentan problemas de podredumbre, herrumbre, aparición de moho u oxidación, ni se ven afectados ante las algas, bacterias u hongos.

4. Larga vida útil

Proporcionando el mantenimiento adecuado, las tuberías PEAD cuentan con una vida útil que oscila entre los 50 y 100 años. Están diseñadas para funcionar bajo tierra, eso quiere decir que el clima deja de ser un factor de deterioro.

5. Reciclables

El polietileno de alta densidad es un material 100% reciclable al terminar su periodo de vida útil. Esto es algo extremadamente importante hoy en día ya que se puede disminuir el impacto ambiental y el empleo de recursos no renovables.

6. Flexibilidad

Con este material es posible variar sensiblemente la dirección de las tuberías, incorporando curvaturas a baja temperatura sin que haya que recurrir a ningún accesorio. Por eso son una buena solución si lo que se busca es una mejor adaptación al terreno.

7. Estabilidad térmica

Este material es extremadamente insensible a las variaciones térmicas. Por eso el riesgo de que los fluidos se hielen en las redes es mucho menor con él.

8. Minimización de las pérdidas

Escasa rugosidad. Esto implica que las pérdidas de carga son mucho menores que en otros casos, por su composición hidráulicamente lisa.

Desventajas

Como cualquier material, las tuberías PEAD también presentan algunos inconvenientes. Sin embargo, son menores si se comparan con sus ventajas.

1. Poca resistencia a excesivas sobrecargas.
2. Presentan algunos problemas con los accesorios de resina acetílica.
3. El polietileno pudiera deteriorarse al estar en contacto con productos derivados del petróleo. Los diámetros interiores de la tubería de polietileno son menores que las tuberías de PVC y Acero.
4. No permiten la unión enroscada ni por encolado, es decir no se puede unir con adhesivos o cementarse. Cuando existe presión, y se presenta una fuga en una unión, esta puede separarse de manera violenta con movimientos incontrolados y peligrosos de la tubería o de partes que pudieran desprenderse o bien el contenido de la tubería puede salir con mucha presión.

El área de estudio se localiza en la provincia de La Habana, comprende la margen izquierda del Río Luyanó, abarcando parte de los municipios Arroyo Naranjo y Diez de Octubre, importantes para la valoración socioeconómica.

El alcance espacial para la valorar la influencia de los impactos ambientales se definió considerando: la extensión del área a sanear, la influencia de las emisiones gaseosas, la longitud del trazado, el punto de disposición final, así como valores naturales importantes para los residentes y la infraestructura urbana que de una forma u otra se puede beneficiar con la obra.

1.6 Actores sociales involucrados en el proyecto, definiendo los actores sociales claves

1. Consejo de Administración Provincial del Poder Popular de La Habana (CAP).
2. Consejo de Administración del Poder Popular del Municipio Diez de Octubre
3. Consejo de Administración del Poder Popular del Municipio Arroyo Naranjo
4. Grupo de Trabajo Estatal de la Bahía de La Habana (GTE-BH).
5. Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías (CIMAB).

1.7 Posibles impactos directos, indirectos y residuales, efectos positivos y negativos, afectaciones reversibles e irreversibles.

Al analizar la tecnología definida se obtuvo que la mayor parte de los impactos negativos evaluados clasifican como moderados; no se determinaron afectaciones potencialmente irreversibles sobre ninguno de los factores del medio.

Por otra parte, los impactos positivos se evaluaron como relevantes, máxima categoría otorgada por los beneficios socio-ambientales que se percibirán mientras que se cumplan las especificaciones del proyecto y el programa de acción propuesto en este EsIA. Sobre esta base la obra se considera beneficiosa con posibilidades de clasificar a corto plazo como una inversión sostenible ambientalmente.

Impactos negativos

1. Pérdida y contaminación del suelo.
2. Agotamiento de las reservas naturales.
3. Alteración del paisaje.
4. Alteración del regimen natural de escurrimiento subterráneo.
5. Deterioro de la calidad del aire.
6. Migración y muerte de ejemplares.

Impactos positivos

1. Disminución de la contaminación de las aguas terrestres y marinas.
2. Aportes a la economía regional.
3. Incremento de la calidad de vida de la población.

Impactos residuales (perduran durante toda la vida útil de la obra)

1. Disminución de la contaminación de las aguas terrestres y marinas.
2. Preservación de la salud humana.

1.8 Plan de prevención de impactos negativos, incluyendo las acciones y medidas previstas para atenuar o eliminar los efectos adversos y el presupuesto económico destinado para este fin

El impacto introducido en el entorno inmediato del trazado en cada tramo de la red será de carácter temporal, restableciéndose las condiciones anteriormente existentes tanto en las vías como en las áreas verdes. Las medidas a adoptar para la mitigación de estos daños serán las siguientes:

Acciones previstas por el proyecto

En la memoria descriptiva elaborada por el proyectista se detallan seis acciones correctivas:

1. Reposición del suelo excavado con material compatible.
2. Restitución de la capa vegetal de todas las áreas afectadas que no conlleven obra civil. En caso de sobrante el mismo será utilizado para la formación de relleno sanitario.
3. Deposición del material sobrante en zonas idóneas para esta actividad.
4. Control de los ruidos y emisiones de gases al medio ambiente logrando niveles admisibles.
5. Limpieza sistemática del emplazamiento de la obra.
6. La Empresa Constructora velará por el cumplimiento de las Normas de Seguridad e Higiene del Trabajo para cada actividad.

Acciones aportadas por el EIA

Después de un análisis detallado de todos los impactos negativos el equipo ejecutor del EIA propuso 19 acciones entre preventivas y correctivas, 13 acciones complementarias y cuatro para garantizar la seguridad y salud en el trabajo.

1. Evitar el abastecimiento de combustibles y lubricantes a los equipos tecnológicos dentro del perímetro de la obra. Efectuar solo cuando no exista otra variante.
2. Implementar acciones de manejo para derrames accidentales de combustibles, aceites usados u otro desecho peligroso que se genere.
3. Definir el sitio para disposición de escombros antes de comenzar la obra y previa consulta con la autoridad ambiental.
4. Incrementar el control de las descargas de albañales sobre suelo con implicaciones en el río Luyanó.
5. Aplicar las medidas anteriores en la cantera de préstamo y verificar la respectiva licencia ambiental para extraer el material.
6. Diseñar un plan de ahorro de energía eléctrica y combustibles fósiles por el tiempo que la obra los necesite.
7. Utilizar lámparas LED en lugar de las fluorescentes si es preciso el trabajo nocturno. Trabajar en este horario solo si es necesario.
8. Aprovechar racionalmente el volumen de combustibles asignado evitando derroches y desvíos; realizar controles semanales.
9. Evitar la estancia prolongada e innecesaria de escombros en todo el trazado de la red.
10. Garantizar previamente la logística para el traslado del material terrígeno y escombros incluidos como desecho.
11. Rehabilitar las áreas una vez instalada la red, conformar según tipo de paisaje (urbano o rural). Incluir acciones no solo en las vías, también en las áreas verdes.
12. Controlar el achique o bombeo de aguas subterráneas al construir los registros. Cumplir con los límites del proyecto evitando movimientos de tierra en áreas no autorizadas o innecesarias.

13. Usar carros fosas durante el achique de las aguas subterráneas cuando estén contaminadas con residuales, enviarlas a las plantas de tratamiento de la ciudad o sitios autorizados por la autoridad ambiental.
14. Canalizar en el menor plazo posible algún flujo subterráneo que aparezca durante las excavaciones.
15. Monitorear gases, ruido y polvo durante el trabajo de la maquinaria pesada y funcionamiento de la red. Usar la frecuencia y los parámetros definidos en el acápite V.3. Implementar medidas inmediatas en caso de obtener valores por encima de las normas.
16. Humedecer en la medida posible las superficies para disminuir la generación de polvo en suspensión, agente desagradable para los humanos y las plantas.
17. Limitar las excavaciones a las áreas del proyecto y evitar sectores verdes para el parqueo temporal de vehículos, usar los sitios ya antropizados.
18. Definir mantenimientos periódicos a la maquinaria pesada y equipos de transporte para evitar niveles de ruido por encima de los previstos; prohibir el uso de equipos deteriorados.
19. Evitar la tala de árboles, preservar los ejemplares endémicos, de valor paisajístico o histórico que se encuentren en el trazado de la red.

Acciones complementarias

1. Garantizar los entronques o acometidas de todos los clientes previstos para lograr el mayor objetivo de la red, el saneamiento de la margen izquierda del río.
2. Realizar las demoliciones de pavimento requeridas evitando al máximo la generación de polvo, interrupciones de los servicios y minimizando las molestias a los habitantes cercanos. Para esto se pueden emplear horarios de baja circulación y barreras (polisombras) que cubran el área a demoler, previo a la actividad.
3. Ejecutar las demoliciones únicamente en horario diurno generalmente entre las 6:00 AM a 6:00 PM para minimizar el impacto de ruido y molestias a la comunidad.
4. Evitar el almacenamiento de escombros en áreas públicas por más de 24 horas. No emplear las zonas verdes para la disposición temporal de materiales sobrantes producto de las actividades constructivas del proyecto. Se prohíbe la entrega de escombros a la población o personas no autorizadas para su uso y/o disposición incontrolada en sitios inadecuados.
5. Relocalizar (caso necesario) postes o redes de teléfono, gas y alumbrado público siempre en convenio con las entidades autorizadas; la desconexión y reinstalación se hará también en coordinación con estas empresas.
6. Emplear lona o mantas geotextiles sobre las tolvas de las volquetas durante el transporte de escombros, así se cubrirá el material evitando la propagación y caída.
7. Utilizar preferiblemente baños portátiles, contratar servicios para transporte y tratamiento de las aguas residuales con empresas autorizadas.
8. Implementar un programa de manejo de tráfico debidamente autorizado por la oficina de tránsito o planeación municipal.
9. Indicar mediante señales, las rutas de desvío de vehículos cuando se obstruya en tráfico vehicular.
10. Implementar senderos peatonales para el tránsito cuando se obstruyan las vías o caminos normales de tránsito de personas.

11. Señalizar todas las excavaciones mediante cinta de seguridad y avisos que indiquen la profundidad de las excavaciones.
12. Dotar los campamentos de obra de una adecuada señalización para indicar las zonas de circulación de equipo pesado y la prevención de accidentes de trabajo.
13. Mantener contacto con la autoridad ambiental, durante todas las etapas de ejecución del Proyecto.

Acciones que garantizan la seguridad y salud del trabajo

1. Instalar un sistema de comunicaciones entre los trabajadores y los jefes de obra. Puede establecerse por radio y telefonía fija.
2. Usar preferentemente materiales ignífugos de revestimiento de cables y conducciones, para controlar el riesgo de incendio.
3. Habilitar todos los equipos a pie de obra con extintores para casos de incendios.
4. Suministrar todos los medios de protección antes de comenzar la obra: espejuelos, protectores auditivos, guantes, overoles, botas.

I.9 Expertos consultados para la realización del estudio (nombre, grado científico e institución a la que pertenece):

Tabla 2. Expertos consultados.

Nombre	Institución
MSc. Rolando González Santana	AGESA CSCT-DEMA
Dr. Heriberto Trujillo	AGESA CSCT-DEMA

I.10 Propuestas de alternativas tecnológicas y constructivas para el proyecto y sus respectivas características, incluyendo las variantes de no ejecución y abandono

Para la elaboración del proyecto se consultaron los estudios:

- Topografía: a partir del levantamiento topográfico realizado por la comisión de topografía perteneciente al Departamento GIS de la Empresa Aguas de la Habana con fecha 13/05/2019.
- “Análisis Hidráulico del Sistema de Alcantarillado Principal de Ciudad de La Habana, junio 1996.
- “Estudio Técnico Ejecutivo (E.T.E)” realizado por la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Habana (E.I.P.H.H), año 1996.
- PID “Rehabilitación del Colector de Alcantarillado entre la Destilería Habana y Calzada de Luyanó, Reparto Lawton” realizado por la Subdirección Técnica de Proyectos y Planeamiento perteneciente a la Dirección Técnica de la Empresa Aguas de la Habana en marzo del 2001.
- PID “Rehabilitación del Colector Lawton tramo línea ferra entre Calle 16 y Calle E” realizado por la Subdirección Técnica de Proyectos y Planeamiento, perteneciente a la Dirección Técnica de la Empresa Aguas de la Habana en agosto 2015.
- PID “Solución de Drenaje en la cuenca G del dren de calle F, reparto Lawton” realizado por la Subdirección Técnica de Proyectos y Planeamiento, perteneciente a la Dirección Técnica de la Empresa Aguas de la Habana en agosto 2016.

Considerando la obra como un sistema de alcantarillado convencional se definió una variante única de trazado, tipo de tuberías, registros, entronques y conexión final. Teniendo en cuenta los objetivos trazados el proyectista definió aspectos que no se deben violar:

1. La tubería considerada para el proyecto es PEAD Corrugada SN-4 será unida con manguitos, tal y como dispone la Norma Cubana 1239: 2018.
2. Para la ejecución de los trabajos deberá contarse con la debida coordinación de las entidades afines a las redes técnicas presentes en el área en que se enmarca la obra y la presencia de los representantes de cada una de ellas.
3. Si en el momento de la ejecución de la obra, las redes técnicas difieren de lo existente, las modificaciones que sean necesarias se ajustarán en previa consulta al proyectista.
4. Los trabajos de movimiento de tierra se realizarán con la retroexcavadora para el colector principal y con zanjadora y retroexcavadora para el resto de la red.
5. Si fuera necesario reponer alguna tubería de acueducto, antes de poner estas en servicio se deben realizar la prueba de hermeticidad de las mismas.
6. Para el cálculo de los volúmenes de trabajo se consideró secciones rectangulares y trapeciales con profundidades variables, es necesario ver perfiles de los trazados.
7. Al colocar los tubos en la zanja, hay que tener cuidado para mantener la rasante dada en la documentación de proyecto. Cualquier violación de este aspecto en el montaje de la tubería, puede afectar el funcionamiento de la red colectora.
8. Debe estar en la obra una comisión de topografía replanteando las invertidas propuestas en el trazado del conducto.
9. El Inversionista debe garantizar toda la Documentación de Certificación de Materiales solicitados en este Proyecto, así como la realización en el momento establecido de los Estudios, Ensayos y Pruebas solicitadas.
10. La Entidad Proyectista no asume la responsabilidad de dar por buena y concluida una actividad o Etapa de Construcción sin la revisión de la Documentación de Control que se solicita en cada caso, y a partir de ese momento recesa en sus obligaciones con la ejecución de la Obra.
11. No se admiten cambios en el proyecto sin la debida autorización del Proyectista en Control de Autor.

I.11 Técnicas de investigación empleadas en cada parte del estudio, documentos utilizados y bibliografía actualizada

Para lograr una descripción y caracterización detallada de los factores del medio se emplearon métodos que permitieron definir con mayor exactitud el alcance espacial y las particularidades ambientales del área. A continuación, se detallan las técnicas y los documentos rectores más empleados.

I.12 Métodos empleados

1. *Estadística Descriptiva*: se empleó para el procesamiento de los resultados aportados por los muestreos realizados.
2. *Histórico y lógico*: sirvió para realizar el análisis de la evolución y desarrollo histórico de las transformaciones ambientales en el área de estudio.
3. *Análisis y síntesis*: se utilizó para la descripción del proyecto, la valoración de los impactos ambientales en todo el proceso y proponer las acciones de mitigación.
4. *Hipotético–Deductivo*: se empleó para identificar, evaluar y ponderar los impactos potenciales y posibles acciones de mitigación que puedan ser chequeadas experimentalmente.

5. *Sistémico*: permitió establecer o determinar la relación entre las acciones impactantes y los elementos del medio natural, así como los impactos potenciales.

Además, se utilizaron métodos empíricos como:

1. *Observación científica*: en los trabajos de campo se utilizó para describir y diagnosticar el estado actual de los elementos naturales del área a evaluar y lograr la descripción de la Línea Base Ambiental. Identificación preliminar de impactos ambientales potenciales. Recorridos del equipo interdisciplinario por el área para precisar el alcance del estudio y conocer las condiciones ambientales del lugar. Mapeo de las variables ambientales.
2. Muestreo de especies florísticas y faunísticas. Entrevista a dirigentes de las organizaciones de masa de la comunidad.
3. *La medición*: se empleó para obtener la información cuantitativa de las variables: ruido y gases.
4. *Revisión documental*: en los trabajos de gabinete permitió el estudio de las legislaciones ambientales vigentes en el país y consulta de bibliografía especializada, guías metodológicas, análisis de los elementos del proyecto, estudios del medio físico, elaboración de los datos de campo, así como confección del informe y anexos.
5. *Entrevistas y criterio de expertos*: garantizó reunir evidencias sobre el diagnóstico al área de estudio, ayudó a la evaluación de los impactos y la valoración de las acciones correctoras propuestas.

I.13 Materiales y tecnología que se utilizaron de apoyo

- Bases cartográficas actualizadas: 1:10 000
- Software: AutoCad 2009, Mapinfo 2012 y Microsoft Office 2010.
- Imágenes satelitales.
- PC Pentium 4.
- Impresora HP láser a color.
- Insumos de oficina y de campo.
- Móviles androides versión 6.0.
- GPS.
- Sonómetro.
- Analizador de gases.

En las figuras 3, 4 y 5 se muestran los equipos para las diferentes mediciones *in situ*. Cada uno esta previamente verificado por el centro de metrología del Grupo Empresarial GEOCUBA que avala el uso de esta tecnología.



Fig 3. GPS Digital GARMIN modelo GPSMAP64st.



Fig. 4. Sonómetro empleado en el estudio



Fig 5. Analizador de gases equipo Aeroqual Series 500.

I.14 Normas y documentos más importantes consultados en las variables evaluadas.

Aguas superficiales

La norma aplicable al estudio es la NC 827:2017. *Agua Potable. Requisitos sanitarios*, la cual establece los requisitos físicos, químicos y microbiológicos para evaluar la potabilidad del agua de consumo humano.

Norma Cubana NC 1021:2014. *Higiene comunal. Fuentes de abastecimiento de agua. Calidad y protección sanitaria*, que establece los requisitos sanitarios para las fuentes de abastecimiento público de agua administrados por cualquier entidad, así como en los proyectos de nuevas obras, remodelaciones y ampliaciones.

De forma indirecta se evaluó la calidad del agua en varios sectores del río Luyanó, así como en varios puntos de la bahía de La Habana utilizando la NC-25:1999. *Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero*

Calidad del aire

Con el objetivo de evaluar la calidad inicial del aire en el área de estudio, se ubicaron cuatro estaciones de muestreo. Para evaluar las concentraciones de las sustancias contaminantes se consultó la NC 1020:2014. *“Calidad del aire. Contaminantes. Concentraciones máximas admisibles y valores guías en zonas habitables”*.

Se incluyeron los siguientes elementos:

1. Muestreo de los contaminantes atmosféricos en el área de estudio.
2. Determinación del radio de protección sanitaria de la instalación.
3. Análisis de la información y procesamiento de los resultados.
4. Selección de los puntos de muestreo para determinar concentración de los gases contaminantes en el área de estudio.
5. Definición de la frecuencia mínima de muestreo y la cantidad de muestra en cada punto siguiendo las normas cubanas estipuladas y en correspondencia con las prácticas internacionales.

Para la determinación de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos se usaron sensores electroquímicos para, dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), material particulado (PM10, PM2,5) y los compuestos orgánicos volátiles (VOC), además de un sensor para determinar la temperatura y humedad relativa del aire.

Las calibraciones cero y span de todos los sensores del analizador se ejecutaron previamente antes de las mediciones de campo, utilizando gases de calibración trazables, así como las calibraciones de aire fresco entre las mediciones.

Efluentes líquidos

Para la evaluación de los muestreos de residuales líquidos, se compararon los parámetros determinados con la NC 27:2012 Vertimiento de residuales líquidos a las aguas terrestres y al alcantarillado. Así como la 521:2007 Vertimiento de aguas residuales a la zona costera.

Ruido

Las mediciones se realizaron en los 10 puntos donde se construirán los pozos, contiguas a las áreas generadoras y en el entorno inmediato, en puntos donde se pudiera determinar la incidencia de los niveles sonoros generados para luego poder compararlos durante la construcción de la obra. Se utilizó la NC 26:2012 Ruidos en zonas habitables. Requisitos higiénicos sanitarios.

Biota terrestre

En la etapa previa al trabajo, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica fundamentalmente sobre las aves, grupo predominante. Fue evaluado el estado de conservación de los parches existentes, incluyendo otras evidencias de carácter antropogénico o naturales. El inventario se orientó hacia la identificación de especies endémicas, raras, amenazadas, introducidas e invasivas, también se evaluó cualitativa y cuantitativamente la capacidad de regeneración natural y recuperación de la vegetación dañada por impactos pasados y actuales. Las formaciones vegetales se determinaron de acuerdo con la clasificación de Capote y Berazaín, mediante métodos florístico-fisonómicos, sobre la base de colectas y considerando los siguientes documentos.

1. Bisse, J. 1988. Arboles de Cuba. Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, 384 pp.
2. Curso Universidad para Todos. Introducción al conocimiento del medio ambiente. Editorial Academia.
3. Estudio de la flora del municipio Boyeros. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana. Cuba. 2010.

Clasificación y evaluación de los impactos ambientales

La definición de las acciones y determinación de los impactos generados se realizó a través del uso de distintos métodos: análisis y síntesis, Hipotético–Deductivo, criterio de expertos, a través de entrevistas a conocedores del entorno y la actividad, incorporando listas de chequeo confeccionadas al efecto y con el uso de matrices.

Concretamente la evaluación de los impactos se realizó utilizando una versión modificada de la matriz de Leopold usada en países de Suramérica en la última década y en la que se incluyeron criterios del equipo ejecutor. En la Tabla 3 se describen los ítems de calificación y sus valores respectivos.

Tabla 3. Criterios cuantitativos para la obtención de la magnitud del impacto ambiental.

Carácter (CR)		Intensidad (I)		Extensión (E)		Posibilidad de Ocurrencia (PO)	
Positivo	+	Alta	10	Regional	10	Alta	10
Negativo	-	Media	8	Local	8	Probable	8
		Baja	6	Puntual	6	Poco probable	6

Duración (DR)		Reversibilidad (RV)		Importancia del recurso natural (IR)		Incidencia (IC)	
Permanente	10	Irreversible	10	Alta	10	Directa	10
Temporal	8	Largo plazo	8	Media	8	Indirecta	8
Fugaz	6	Mediano plazo	6	Baja	6		
		Corto plazo	4				

Fuente: matriz de Leopold modificada. Versión DEMA 2021

En cada caso se consideraron los siguientes criterios.

Carácter: negativo y positivo, asociados a daños o beneficios de la obra al medio.

Intensidad: Alta (afectación representativa que puede destruir el o los factores del medio implicados). Media (alteración notoria que puede debilitar el o los factores del medio implicados). Baja (pequeña alteración que no produce afectaciones significativas sobre el o los factores del medio implicados).

Extensión: área o territorio involucrado (clasificado como: regional (provincia), local (municipio), puntual (área limitada).

Posibilidad de Ocurrencia entendida como la probabilidad de que los impactos se manifiesten. Clasificado como: Alta, probable, poco probable).

Duración: clasificado como: permanente (duradera en todas las etapas del proyecto); temporal (se manifiesta durante una sola etapa del proyecto); fugaz (puede culminar antes de terminar la etapa donde se manifiesta).

Reversibilidad: Irreversible (el medio no recuperará nunca la condición natural). En el resto de las categorías el medio recupera la condición natural con o sin la intervención humana a largo, mediano o corto plazo.

Importancia del recurso natural: alta, media o baja de acuerdo a la importancia del recurso natural en el área evaluada.

Incidencia (IC): incidencia del impacto sobre el medio. De manera directa, o indirecta cuando después de la ocurrencia de algunos procesos intermedios se observa la afectación.

Una vez conocidos los indicativos y el valor de cada uno de ellos sobre los efectos ambientales que se producen en las diferentes etapas del proyecto, se determina la magnitud del impacto (M) al sumar el valor de los indicativos para cada aspecto. Obtenida esta suma, se procedió a la determinación de la magnitud del impacto considerando la clasificación siguiente:

Tabla 4. Magnitud del impacto ambiental.

MAGNITUD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES			
Tonalidad según magnitud	Valor	Clasificación impactos negativos	Clasificación impactos positivos
	62-68	Crítico	Relevante
	56-60	Severo	Alto
	50-54	Moderado	Medio
	42-48	Irrelevante	Bajo
$M = CR + I + E + PO + DR + RV + IR + IC$			

Fuente: matriz de Leopold modificada. Versión DEMA 2021

En la evaluación se tuvieron en cuenta la importancia del recurso natural en el área según el uso y estado de conservación, así como la magnitud de la afectación que incluye la sinergia en los casos donde procede.

Programa de acción

La identificación de las acciones que conforman el programa se realizó por diferentes métodos: consulta de bibliografía especializada, encuestas a conocedores del entorno de la localidad, criterios del inversionista y listas de chequeo confeccionadas por los especialistas.

I.15 Aval del Director o Gerente General de la entidad que realizó el Estudio de Impacto Ambiental

Se adjunta

CAPÍTULO VI. VALORACION ECONÓMICA

El capítulo VI incluye un análisis comparativo de costo-beneficio que aporta elementos representativos para evaluar la factibilidad ambiental de la obra. Como establece la metodología CICA/2009 los costos se derivan del valor calculado para las medidas y el plan de monitoreo en las diferentes etapas y los beneficios los gastos del proyecto con implicación ambiental. A continuación un resumen de los elementos que se consideraron en la valoración económica desde el punto de vista ambiental.

Impactos negativos

1. Pérdida y contaminación del suelo.
2. Agotamiento de las reservas naturales.
3. Alteración del paisaje.
4. Alteración del regimen natural de escurrimiento subterráneo.
5. Deterioro de la calidad del aire.
6. Migración y muerte de ejemplares.

Impactos positivos

7. Disminución de la contaminación de las aguas terrestres y marinas.
8. Aportes a la economía regional.
9. Incremento de la calidad de vida de la población.

Unas medidas son cualitativas porque no implican presupuesto o gasto material para la entidad, en otras se pudieron calcular los costos aproximados según: datos del proyecto y proveedores actuales pero el inversionista debe definir siempre un presupuesto mayor para eventualidades o cambios en el mercado mundial.

1. Evitar el abastecimiento de combustibles y lubricantes a los equipos tecnológicos dentro del perímetro de la obra. Efectuar solo cuando no exista otra variante.
2. Implementar acciones de manejo para derrames accidentales de combustibles, aceites usados u otro desecho peligroso que se genere.
3. Definir el sitio para disposición de escombros antes de comenzar la obra y previa consulta con la autoridad ambiental.
4. Incrementar el control de las descargas de albañales sobre suelo con implicaciones en el río Luyanó.
5. Aplicar las medidas anteriores en la cantera de préstamo y verificar la respectiva licencia ambiental para extraer el material.
6. Diseñar un plan de ahorro de energía eléctrica y combustibles fósiles por el tiempo que la obra los necesite.
7. Utilizar lámparas LED en lugar de las fluorescentes si es preciso el trabajo nocturno. Trabajar en este horario solo si es necesario.
8. Aprovechar racionalmente el volumen de combustibles asignado evitando derroches y desvíos; realizar controles semanales.
9. Evitar la estancia prolongada e innecesaria de escombros en todo el trazado de la red.
10. Garantizar previamente la logística para el traslado del material terrígeno y escombros incluidos como desecho.
11. Rehabilitar las áreas una vez instalada la red, conformar según tipo de paisaje (urbano o rural). Incluir acciones no solo en las vías, también en las áreas verdes.
12. Controlar el achique o bombeo de aguas subterráneas al construir los registros. Cumplir con los límites del proyecto evitando movimientos de tierra en áreas no autorizadas o innecesarias.

13. Usar carros fosas durante el achique de las aguas subterráneas cuando estén contaminadas con residuales, enviarlas a las plantas de tratamiento de la ciudad o sitios autorizados por la autoridad ambiental.
14. Canalizar en el menor plazo posible algún flujo subterráneo que aparezca durante las excavaciones.
15. Monitorear gases, ruido y polvo durante el trabajo de la maquinaria pesada y funcionamiento de la red. Usar la frecuencia y los parámetros definidos en el acápite V.3. Implementar medidas inmediatas en caso de obtener valores por encima de las normas.
16. Humedecer en la medida posible las superficies para disminuir la generación de polvo en suspensión, agente desagradable para los humanos y las plantas.
17. Limitar las excavaciones a las áreas del proyecto y evitar sectores verdes para el parqueo temporal de vehículos, usar los sitios ya antropizados.
18. Definir mantenimientos periódicos a la maquinaria pesada y equipos de transporte para evitar niveles de ruido por encima de los previstos; prohibir el uso de equipos deteriorados.
19. Evitar la tala de árboles, preservar los ejemplares endémicos, de valor paisajístico o histórico que se encuentren en el trazado de la red.

Con los costos de las acciones previamente definidos y los del monitoreo a continuación se realiza el análisis costo- beneficio, es preciso comprobar de una manera simple la factibilidad ambiental de la obra.

VI.1 Análisis de los costos

Tabla 46. Costos de las medidas

Etapas	Categoría			Costos de las medidas MCUP
	No de la medida	Cualitativas	Cuantitativas	
Construcción y funcionamiento de la red	1	x	--	--
	2	--	x	30.0
	3	x	--	--
	4	x	--	--
	5	x	--	--
	6	x	--	--
	7	--	x	40.0
	8	x	--	--
	9	x	--	--
	10	--	x	50.0
	11	--	x	100.0
	12	x	--	--
	13	--	x	45.0
	14	x	--	--
	15	--	x	60.0
	16	x	--	--
	17	x	--	--
	18	--	x	150.0
	19	x	--	--
Totales		12	7	475.0

Tabla 47. (Cont...)

Etapas	Categoría			Costos del monitoreo
	Factor	Cualitativo	Cuantitativo	MCUP
Construcción y funcionamiento de la red	Aguas residuales	--	x	45.0
	Agua superficial	--	x	30.0
	Atmósfera	--	x	55.0
Total	3	0	3	130,0
Total				

En el costo del monitoreo de las aguas residuales y las aguas superficiales solo se incluyen los puntos añadidos en el EsIA. La calidad del aire incluye los estudios de ruido y gases.

Tabla 48. Resumen de los costos.

Etapas	Impactos negativos	Costo medidas	Costo monitoreo	Costo total
		MCUP	MCUP	MCUP
Construcción y funcionamiento de la red	6	475.0	130,0	605.0

VI.2 Análisis de los beneficios

El beneficio se estimó calculando el aporte de los impactos positivos y otros indicadores que por la singularidad de la obra son capaces de generar beneficios a la economía regional.

Entre otros los principales aspectos que constituyen beneficios son los siguientes:

- La población que disfrutará de una calidad de vida superior. Se incrementará el nivel de salud.
- Salario para los trabajadores que serán contratado como mano de obra.
- El desarrollo de otros sectores de economía que se beneficiarán con la compra de materiales e insumos necesarios, construcción y montaje de la obra.
- Aportes a la economía nacional y local.
- Contratación de entidades encargadas de la permisología.

Tabla 49. Resumen de los beneficios.

Etapa	Indicadores que reportan beneficios	Costos en CUP
Construcción y funcionamiento	Materiales	73.420.054,07
	Mano de obra	9.030.238,52
	Uso de equipos	25.043.052,93

Tabla 49. (Cont...)

Etapa	Indicadores que reportan beneficios	Gastos en CUP
Construcción y funcionamiento	Otros gastos directos del proceso constructivo	55.602.899,83
	Transportación de Suministros y Medios de la Obra	26.393.387,22
	Otras partidas que se requieran de acuerdo con las características de la obra.	12.235.749,03
Total		+ de 200 millones

VI.3 Comparación costo-beneficio

Del análisis anterior es preciso señalar que solo se utilizaron los gastos del presupuesto de obra donde de manera directa se percibirá un beneficio ambiental. Como se observa es un proyecto millonario que en términos monetarios sobrepasa con creces los gastos que pudieran generar las medidas de mitigación o correctoras y el plan de monitoreo definidos en el capítulo anterior.

$$VAN = \frac{\sum \text{Beneficios}}{\sum \text{Costos}}$$

Considerando este análisis no es preciso calcular el Valor Actual Neto (VAN) porque a simple vista se observa la superioridad monetaria de los beneficios sobre los costos.

Se define la obra como única, por tanto se contempla solamente la relación atendiendo a su carácter positivo. La inversión es factible ambientalmente como también corrobora el esquema siguiente.

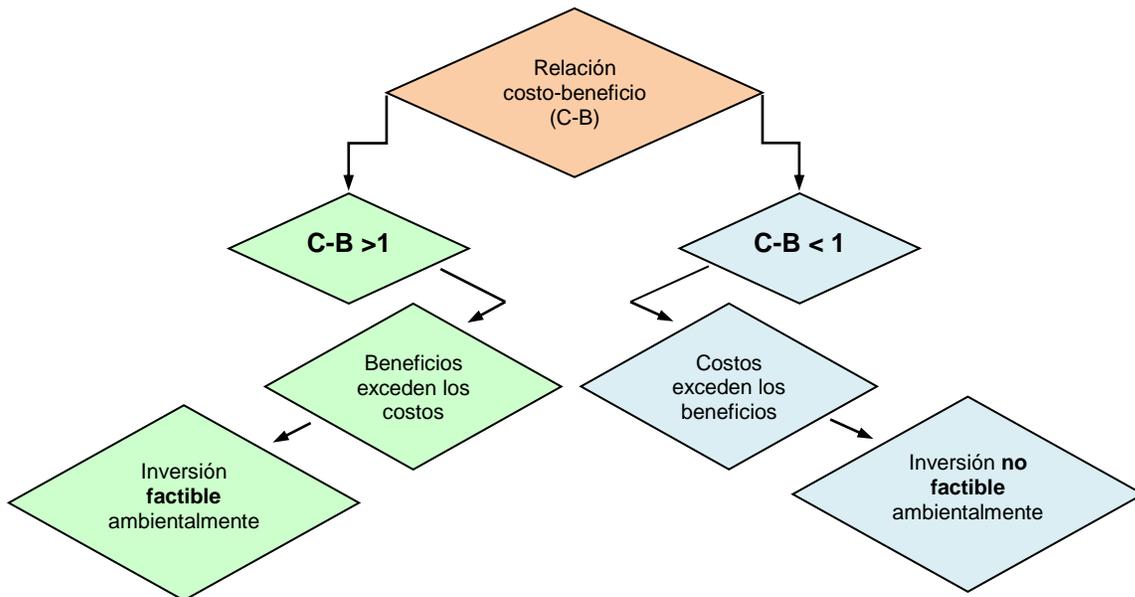


Fig 60. Factibilidad ambiental considerando la relación costo-beneficio.

Se listan a continuación criterios asumidos en el “Estudio de Factibilidad Solución de Saneamiento para el río Luyanó. La Habana 2017” para el cálculo de los costos y beneficios económicos de la obra que también deben considerarse.

- La reducción de la morbilidad de enfermedades transmitidas por el agua como consecuencia del desarrollo del sistema de suministro de agua y de alcantarillado constituye un beneficio evidente. Asumiendo que un 10 por ciento de la contracción de diarrea aguda es atribuible a la deficiente disposición de los excrementos y que tal situación puede eliminarse con el proyecto prioritario, la reducción de la incidencia sería de 25,000 casos al año. El beneficio económico ascendería a 500,000 pesos y 3 millones de dólares anualmente. Asimismo, el proyecto prioritario, en combinación con los programas de educación ambiental, tendrá un enorme atractivo ya que el gobierno cubano se compromete a asumir una posición responsable con respecto al mejoramiento ambiental de la región del Gran Caribe.
- Los beneficios económicos esperados por la mejora de los sistemas responden a dos aspectos fundamentales: disminución de la erogación de recursos financieros por recuperación del nivel de salud de la población y recuperación del tiempo laboral perdido.
- Los beneficios por recuperación del nivel de salud de la población se corresponden el ahorro en pasar de un nivel identificado como tipo IV hasta el nivel práctico deseado tipo II. Esto se obtiene multiplicando el número de pobladores por la diferencia del riesgo medio para pasar del nivel inicial hasta el nivel final deseado y por el costo medio de los servicios médicos más el coste medio de la transportación. Los beneficios por recuperación del tiempo perdido se obtienen multiplicando el número de pobladores por el porcentaje de población laboralmente activa multiplicado por la diferencia del riesgo medio para pasar del nivel inicial hasta el nivel final deseado y por el salario medio diario de la población por los días medios perdidos.

Conclusiones del estudio factibilidad “Solución de Saneamiento para el río Luyanó. INRH 2017”

- El proyecto responde a una primera etapa con el alcance que es posible lograr a partir de los recursos financieros disponibles.
- Los índices utilizados en las estimaciones de los costos de inversión se tomaron referencias disponibles en la subdelegación de inversiones del INRH en La Habana y la Empresa Mixta Aguas Habana.

CAPÍTULO V. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

V.1. Programa de acción

El plan de medidas tiene como objetivo formular y adoptar las medidas de prevención, mitigación y control de los impactos ambientales negativos que se puedan generar debido al desarrollo del proyecto, considerando las dos etapas (construcción y operación) a fin de asegurar la calidad ambiental del entorno. Dentro del contenido se incluye un programa para que el proyecto se realice con el mínimo grado de afectación al medio, acorde con estándares nacionales e internacionales.

Cumplir con los lineamientos técnicos legales permitirá asegurar un manejo ambiental seguro. Las acciones de prevención, control y mitigación deberán cumplirse de una manera responsable por la Empresa ejecutora y el inversionista de la obra, lo que podrá ser verificado permanentemente por la autoridad competente (CITMA).

Las acciones incluidas en el programa se clasifican en:

1. Medidas preventivas: se aplican una vez advertidas o predichas las afectaciones con un enfoque preventivo, neutralizando con acciones el daño sobre el medio ambiente.
2. Medidas mitigativas: pretenden atenuar la capacidad de daño del impacto generado, si éste es indeseable e inevitable.
3. Medidas correctivas: persiguen alterar el curso del impacto indeseable, a fin de neutralizarlo una vez producido, siendo las medidas de mayor artificio e inversión.

Aunque los impactos detallados en el capítulo anterior no se consideran severos, algunos elementos de medio se afectarán irreversiblemente como el suelo del área que desaparecerá en la medida que las fases se realicen. Los impactos residuales (permanece después del funcionamiento de la obra) se identificaron en las aguas subterráneas y el medio socioeconómico. Sobre esta base se expone un programa de acción con enfoque preventivo y para corregir o enmendar alguna medida del proyecto que no sea totalmente beneficiosa.

Se definieron 19 acciones para los siguientes elementos del medio:

1. Atmósfera: dos
2. Suelo: cinco
3. Geología (reservas naturales): tres
4. Paisaje: tres.
5. Aguas subterráneas: tres
6. Flora y fauna: tres

La propuesta de acciones se realizó considerando el equilibrio dinámico que debe ocurrir en todo ecosistema. Cuando el ecosistema funciona como un todo y no es afectado realiza aportes necesarios para mantener el equilibrio en la naturaleza. Aportan: estabilidad en la interface agua dulce-agua salada, una mezcla benigna de gases en la atmósfera, intervienen en la moderación del clima, regulan el ciclo hidrológico, controlan las plagas y enfermedades, suministran recursos naturales, mantienen la biodiversidad y protegen el suelo de la erosión.

Los beneficios que se pierden por el daño de los ecosistemas en algunos casos son más valiosos que las ganancias que se obtienen mediante las actividades que lo alteran. El hombre es parte del medio y necesita inversiones sostenibles que armonicen y mantengan una aceptable relación hombre-naturaleza. La red de alcantarillado objeto de estudio se presenta como una solución que no solo beneficiará la población habanera sino también ecosistemas importantísimos como el de la bahía de La Habana y el río Luyanó. En la tabla 44 se detallan las acciones para cada impacto negativo identificado.

Tabla 44. Programa de acción para los impactos negativos identificados

PROGRAMA DE ACCIÓN			
Impactos negativos	Acción y como realizarla	Responsable	Costo estimado MCUP
Pérdida y contaminación del suelo.	1. Evitar el abastecimiento de combustibles y lubricantes a los equipos tecnológicos dentro del perímetro de la obra. Efectuar solo cuando no exista otra variante.	Constructor e inversionista	-----
	2. Implementar acciones de manejo para derrames accidentales de combustibles, aceites usados u otro desecho peligroso que se genere.	Constructor e inversionista	30,0
	3. Definir el sitio para disposición de escombros antes de comenzar la obra y previa consulta con la autoridad ambiental.	Inversionista	-----
	4. Incrementar el control de las descargas de albañales sobre suelo con implicaciones en el río Luyanó.	Inversionista	-----
	5. Aplicar las medidas anteriores en la cantera de préstamo y verificar la respectiva licencia ambiental para extraer el material.	Inversionista	-----
Agotamiento de reservas naturales.	6. Diseñar un plan de ahorro de energía eléctrica y combustibles fósiles por el tiempo que la obra los necesite.	Inversionista	-----
	7. Utilizar lámparas LED en lugar de las fluorescentes si es preciso el trabajo nocturno. Trabajar en este horario solo si es necesario.	Inversionista	40,0
	8. Aprovechar racionalmente el volumen de combustibles asignado evitando derroches y desvíos; realizar controles semanales.	Inversionista	-----
Alteración del paisaje.	9. Evitar la estancia prolongada e innecesaria de escombros en todo el trazado de la red.	Constructor e inversionista	-----
	10. Garantizar previamente la logística para el traslado del material terrígeno y escombros incluidos como desecho.	Constructor e inversionista	50,0
	11. Rehabilitar las áreas una vez instalada la red, conformar según tipo de paisaje (urbano o rural). Incluir acciones no solo en las vías, también en las áreas verdes.	Constructor e inversionista	100,0
Alteración del régimen natural de escurrimiento subterráneo.	12. Controlar el achique o bombeo de aguas subterráneas al construir los registros. Cumplir con los límites del proyecto evitando movimientos de tierra en áreas no autorizadas o innecesarias.	Constructor e inversionista	-----
	13. Usar carros fosas durante el achique de las aguas subterráneas cuando estén contaminadas con residuales, enviarlas a las plantas de tratamiento de la ciudad o sitios autorizados por la autoridad ambiental.	Constructor e inversionista	45,0
	14. Canalizar en el menor plazo posible algún flujo subterráneo que aparezca durante las excavaciones.	Constructor e inversionista	-----

Tabla 44. (Cont...)

PROGRAMA DE ACCIÓN			
Impactos negativos	Acción y como realizarla	Responsable	Costo estimado MCUP
Deterioro de la calidad del aire.	15. Monitorear gases, ruido y polvo durante el trabajo de la maquinaria pesada y funcionamiento de la red. Usar la frecuencia y los parámetros definidos en el acápite V.3. Implementar medidas inmediatas en caso de obtener valores por encima de las normas.	Constructor e inversionista	60,00
	16. Humedecer en la medida posible las superficies para disminuir la generación de polvo en suspensión, agente desagradable para los humanos y las plantas.	Constructor e inversionista	-----
Migración y muerte de ejemplares.	17. Limitar las excavaciones a las áreas del proyecto y evitar sectores verdes para el parqueo temporal de vehículos, usar los sitios ya antropizados.	Constructor e inversionista	-----
	18. Definir mantenimientos periódicos a la maquinaria pesada y equipos de transporte para evitar niveles de ruido por encima de los previstos; prohibir el uso de equipos deteriorados.	Constructor e inversionista	150,00
	19. Evitar la tala de árboles, preservar los ejemplares endémicos, de valor paisajístico o histórico que se encuentren en el trazado de la red.	Constructor e inversionista	-----

V.2 Otras acciones complementarias

- Garantizar los entronques o acometidas de todos los clientes previstos para lograr el mayor objetivo de la red, el saneamiento de la margen izquierda del río.
- Realizar las demoliciones de pavimento requeridas evitando al máximo la generación de polvo, interrupciones de los servicios y minimizando las molestias a los habitantes cercanos. Para esto se pueden emplear horarios de baja circulación y barreras (polisombras) que cubran el área a demoler, previo a la actividad.
- Ejecutar las demoliciones únicamente en horario diurno generalmente entre las 6:00 AM a 6:00 PM para minimizar el impacto de ruido y molestias a la comunidad.
- Evitar el almacenamiento de escombros en áreas públicas por más de 24 horas. No emplear las zonas verdes para la disposición temporal de materiales sobrantes producto de las actividades constructivas del proyecto. Se prohíbe la entrega de escombros a la población o personas no autorizadas para su uso y/o disposición incontrolada en sitios inadecuados.
- Relocalizar (caso necesario) postes o redes de teléfono, gas y alumbrado público siempre en convenio con las entidades autorizadas; la desconexión y reinstalación se hará también en coordinación con estas empresas.
- Emplear lona o mantas geotextiles sobre las tolvas de las volquetas durante el transporte de escombros, así se cubrirá el material evitando la propagación y caída.
- Utilizar preferiblemente baños portátiles, contratar servicios para transporte y tratamiento de las aguas residuales con empresas autorizadas.

- Implementar un programa de manejo de tráfico debidamente autorizado por la oficina de tránsito o planeación municipal.
- Indicar mediante señales, las rutas de desvío de vehículos cuando se obstruya en tráfico vehicular.
- Implementar senderos peatonales para el tránsito cuando se obstruyan las vías o caminos normales de tránsito de personas.
- Señalizar todas las excavaciones mediante cinta de seguridad y avisos que indiquen la profundidad de las excavaciones.
- Dotar los campamentos de obra de una adecuada señalización para indicar las zonas de circulación de equipo pesado y la prevención de accidentes de trabajo.
- Mantener contacto con la autoridad ambiental, durante todas las etapas de ejecución del Proyecto.

Acciones que garantizan la seguridad y salud del trabajo

Como ente importante del medio ambiente el humano debe de protegerse en cada obra y con mayor rigor durante el uso de tecnologías novedosas donde la experiencia total se adquiere generalmente a largo plazo. Al cumplir estas acciones no solo se protegerá al trabajador, indirectamente tendrán alguna repercusión en el resto de los elementos del medio. El cumplimiento de las acciones que se incluyen es responsabilidad tanto del inversionista como el constructor.

- Instalar un sistema de comunicaciones entre los trabajadores y los jefes de obra. Puede establecerse por radio y telefonía fija.
- Usar preferentemente materiales ignífugos de revestimiento de cables y conducciones, para controlar el riesgo de incendio.
- Habilitar todos los equipos a pie de obra con extintores para casos de incendios.
- Suministrar todos los medios de protección antes de comenzar la obra: espejuelos, protectores auditivos, guantes, overoles, botas.

La aplicación de estas acciones se concibió donde objetivamente el titular de la obra y los ejecutores pueden mitigar o corregir los daños sobre el medio ambiente.

El inversionista es el máximo responsable de que este programa de acción se implemente, pero los terceros que serán contratados deben también tomar conciencia de que al final el daño que ejercen las actividades humanas sobre el medio ambiente repercute en la población, en un ciclo de vida natural inviolable. El proyecto no concibe cierre definitivo.

V.3. Programa de monitoreo

El plan de monitoreo define las acciones de control sistemático de los parámetros obtenidos en los estudios base y tiene como fin comprobar el efecto, que, sobre la preservación del medio ambiente, han tenido la implementación de las medidas preventivas y correctoras contenidas en el estudio de impacto ambiental. Pretende comprobar además la cuantía de los impactos cuya predicción ha resultado de difícil determinación, lo que facilitará la introducción de nuevas medidas correctoras si fuese necesario y servir de fuente de datos a futuras auditorías ambientales, lo que permitirá determinar hasta qué punto las predicciones realizadas son correctas y detectar cualquier desviación no prevista en el presente estudio de impacto ambiental. En la tabla 45 se describe dicho programa.

Se ratifican los puntos de muestreo establecidos en las campañas previas al comienzo del proyecto efectuadas por entidades acreditadas. No obstante, el ejecutor del EsIA propone a continuación añadir los puntos y las variables siguientes.

Tabla 45. Programa de monitoreo en las variables determinantes.

Factor	Aguas residuales	Agua superficial	Atmósfera
Indicador	Nitrógeno total, fósforo total, sólidos sedimentables; pH, DBO ₅ ; DQO; hidrocarburos; GyA y metales pesados (Si, Cd, Pb, As, Cu, Zn), coliformes fecales y totales.	pH, CE, sólidos sedimentables, oxígeno disuelto, DBO, DQO, metales pesados (Cu, Zn, Al, Fe, Pb, Mn, Ni, Cr, Fe), nitratos, nitritos, amonio, fósforo, coliformes fecales y termotolerantes.	Dióxido de azufre (SO ₂), dióxido de nitrógeno (NO ₂), monóxido de carbono (CO), sulfuro de hidrogeno (H ₂ S), compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de carbono (CO ₂), amoníaco (NH ₃) y metano (CH ₄). Incluir el oxígeno en áreas vinculadas a los frentes de excavación.
Lugares de medición o puntos de muestreo	1- Tramos en la cuenca del río Luyanó: el puente de Vía Blanca, Puente Hondo, Arroyo Barcelona, Puente Mayor. 2- Puntos de la cuenca que tributan a la bahía: puente Alcoy, drenes Matadero, Agua Dulce, Factoría, Picota, Compostela, Damas, San Ignacio, Luz, Sol, Amargura, Obra Pía, Pérez.	Añadir puntos en el cauce del río Luyanó donde se proponen eliminar los vertimientos. Estaciones de la Bahía de La Habana (ensenada de Atarés, Marimelena, Guasabacoa, Canal de Entrada y centro de la bahía)	Realizar mediciones de gases en las áreas aledañas a lo largo de todo el trazado, no debe faltar el entorno de los registros ubicados en los entronques principales donde los malos olores suelen ser significativos.
Tipo de muestra	Compuestas proporcionales al caudal en cada punto. Evitar la superficie donde se produce la aireación del agua. Realizar campañas de tres días como mínimo.		Simple o instantáneas en cada punto.
Frecuencia	Durante la ejecución del proyecto. Bianualmente tanto en el periodo seco como en el lluvioso; es preciso garantizar el muestreo en los momentos representativos.		Durante y después de la ejecución del proyecto.

1. Evaluar en el tiempo el comportamiento de la obra en cuanto a emisiones se refiere, tanto líquidas, sólidas como gaseosas.
2. Adoptar medidas para las alteraciones detectadas en cualquiera de las variables.
3. Alcanzar alta reputación entre el organismo regulador del medio ambiente y clientes.
4. Lograr la integralidad que necesitan las entidades cubanas para insertarse en el mercado internacional.

CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA

- ✚ Agencia Japonesa de Colaboración Internacional (JICA). Estudio del desarrollo del alcantarillado y el drenaje pluvial en la cuenca tributaria de la Bahía de la Habana en la república de Cuba. Informe final.
- ✚ Análisis Hidráulico del Sistema de Alcantarillado Principal de Ciudad de La Habana, junio 1996.
- ✚ Anuario Estadístico de Cuba. Oficina Nacional de Estadísticas. La Habana. Cuba,2020
- ✚ Bisse, J. Arboles de Cuba. Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, 384 pp,1988
- ✚ Boletín de Vigilancia del Clima. (ser. BVC), La Habana: Centro del Clima, Instituto de Meteorología,2020.
- ✚ Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP). Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2009-2013. La Habana.Cuba,2009.
- ✚ Capote y Berazaín. Revista del Jardín Botánico Nacional, La Habana, Cuba,1984
- ✚ Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías (CIMAB). Estudios en la Bahía de La Habana,2012
- ✚ Colectivo de autores. Metodología para la evaluación aproximada de la carga contaminante en las cuencas hidrográficas de interés nacional y provincial, II Edición, CITMA, La Habana,2001
- ✚ Colectivo de autores. PID “Sistema de alcantarillado de la margen izquierda del río Luyanó. Municipios Arroyo Naranjo y Diez de Octubre”. Subdirección Técnica de Proyectos y Planeamiento. Dirección Técnica de la Empresa Aguas de la Habana,2020.
- ✚ Colectivo de autores. PID “Rehabilitación del Colector de Alcantarillado entre la Destilería Habana y Calzada de Luyanó, Reparto Lawton”. Subdirección Técnica de Proyectos y Planeamiento. Dirección Técnica de la Empresa Aguas de la Habana,2001.
- ✚ Colectivo de autores. PID “Rehabilitación del Colector Lawton tramo línea ferra entre Calle 16 y Calle E”. Subdirección Técnica de Proyectos y Planeamiento. Dirección Técnica de la Empresa Aguas de la Habana,2015.
- ✚ Colectivo de autores. PID “Solución de Drenaje en la cuenca G del dren de calle F, reparto Lawton”. Subdirección Técnica de Proyectos y Planeamiento. Dirección Técnica de la Empresa Aguas de la Habana,2016.
- ✚ Estudio de Factibilidad Solución de Saneamiento para el Río Luyanó. INRH 2017.
- ✚ Estudio Técnico Ejecutivo (E.T.E) realizado por la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Habana (E.I.P.H.H), 1996.
- ✚ Guerra, M. G. Atributos e Indicadores Geomorfológicos Ambientales en los diferentes sistemas morfodinámicos ambientales cubanos. Forum XIV de Ciencia y Técnica IGA, 2002.
- ✚ Guías para la realización de las solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental. CICA, CITMA, La Habana, Cuba,2009.
- ✚ Iturralde Vinent, M. Naturaleza Geológica de Cuba. Editorial Científico -Técnica, La Habana, 146 p. 1988.
- ✚ Ley No. 81 Ley del Medio Ambiente. CITMA, La Habana,1997.
- ✚ Mapa Geológico de Cuba 1: 100 000 y Léxico Estratigráfico del Instituto de Geología y Paleontología, La Habana, Cuba,2000.

- ✚ Martín & Colectivo de autores. Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población. Mejora de la calidad de los efluentes. Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA)/ Instituto Tecnológico de Canarias (ICT). 1^{ra}. Edición. Edición: ICT. España,2006.
- ✚ Norma Cubana NC.1020:2014. “Calidad del aire — contaminantes —concentraciones máximas admisibles y valores. Guías en zonas habitables” Oficina Nacional de Normalización. La Habana. Cuba, 2014.
- ✚ Norma Cubana NC 521:2007. "Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas. Especificaciones". Oficina Nacional de Normalización. La Habana. Cuba, 2007.
- ✚ Norma Cubana NC 27:2012 "Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado". Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización. La Habana. Cuba, 2012.
- ✚ Norma Cubana NC 26:2012 "Ruidos en zonas habitables. Requisitos higiénicos sanitarios". Oficina Nacional de Normalización. La Habana. Cuba, 2012.
- ✚ Norma Cubana NC 827:2017. “Agua potable. Requisitos sanitarios”. Oficina Nacional de Normalización. La Habana. Cuba, 2017.
- ✚ Norma Cubana NC 25:1999. “Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. Especificaciones”. Oficina Nacional de Normalización. La Habana. Cuba, 1999.
- ✚ Norma Cubana NC 22: 1999: “Lugares de baño en costas y masas de aguas interiores, Requisitos Higiénicos – Sanitarios”. Oficina Nacional de Normalización. La Habana. Cuba, 1999.
- ✚ Norma Cubana NC 133 - 2002. “Residuos sólidos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales”. Oficina Nacional de Normalización. La Habana. Cuba, 2002.
- ✚ Norma Cubana NC 677-1:2009 “Áreas verdes urbanas”. Oficina Nacional de Normalización. La Habana. Cuba, 2009.
- ✚ Pastor Alayo D., Hernández., L. Atlas de las Mariposas diurnas de Cuba (Lepidoptera: Rhopalacera). Cuba,1999.
- ✚ Resolución No. 132 "Reglamento del proceso de evaluación de impacto ambiental" Gaceta Oficial de la República. 20 pp. CITMA, La Habana, Cuba 2009.
- ✚ Solución de Saneamiento para el río Luyanó. INRH Proyecto de Colaboración, La Habana,2017.
- ✚ Solución de Saneamiento para el río Luyanó. INRH. ESIHO. La Habana, 2017.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN COMPLETA DEL PROYECTO

II.1 Justificación social del proyecto

Objetivos sociales del proyecto

El objetivo principal de este proyecto es evacuar las aguas residuales de una parte de los municipios Arroyo Naranjo y Diez de Octubre que actualmente ingresan a la red en condiciones muy precarias, produciendo vertimientos hacia las redes pluviales que descargan a la Bahía y además al río Luyanó.

Con esta inversión disminuirán a corto plazo los vertimientos de albañales desde el sistema de drenes de la ciudad hacia la bahía y se ofrece una solución a los nuevos aportes previstos en el Plan de Desarrollo Económico de la ciudad.

Presupuesto de la obra y cronograma de ejecución

Se ha estimado un costo total aproximado de 12 000 000 de euros y 287 675 755,7 CUP para todo el proyecto, de estos se destinarán para la etapa de Construcción y Montaje 251 995 334,05 CUP.

Los cronogramas de ejecución del colector, subcolectores, de las redes a sustituir y los entronques se reflejan en el Anexo No.6.

II.2 Documentación relativa a:

Autorización para el cambio de uso del suelo en cada zona específica. Licencia otorgada por la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM) para la extracción de material de préstamo (relleno), especificando la cantera y el volumen estimado a extraer.

El material de préstamo no será proveniente de una cantera sino provendrá de la Empresa Siderúrgica José Martí (Antillana de Acero).

II.3 Descripción del sistema constructivo y de la tecnología

Parte estructural

La solución civil estructural a emplear en este proyecto estará acorde con el diseño previsto por la parte tecnológica; en cuanto a las dimensiones interiores de los registros, ubicación y diámetros interiores de las tuberías de entrada y salida, así como los niveles superior e inferior de los registros, e invertidas de las tuberías asociadas a dichos registros. Esta obra fue diseñada para lograr su buena resistencia y durabilidad.

Descripciones por elementos

El proyecto, se divide en tres partes:

- Parte 1: Ejecución del Colector Principal del alcantarillado, correspondiente a 4,63 km de longitud total
- Parte 2: Ejecución de los Subcolectores del alcantarillado, correspondiente a 5,1 km de longitud total.
- Parte 3: Ejecución de los ramales del alcantarillado, correspondiente a 80,6 km de longitud total.

La ejecución del colector principal incluye 76 registros, todos nuevos, los cuales se dividen, según las entradas y salidas de las tuberías a ellos, en:

- Tipo 1: con una tubería de acceso al registro. No hay registros.
- Tipo 2: con dos tuberías de acceso al registro ($\alpha \approx 180^\circ$). Un total de 51 registros.
- Tipo 2': con dos tuberías de acceso al registro ($\alpha \approx 90^\circ$). No hay registros.

-Tipo 3: con tres tuberías de acceso al registro. Un total de 24 registros.

-Tipo 4: con cuatro tuberías de acceso al registro. Un solo registro.

La ejecución de los subcolectores incluye 100 registros, todos nuevos, los cuales se dividen, según las entradas y salidas de las tuberías a ellos, en:

-Tipo 1: con una tubería de acceso al registro. No hay registros.

-Tipo 2: con dos tuberías de acceso al registro ($\alpha \approx 180^\circ$). Un total de 51 registros.

-Tipo 2': con dos tuberías de acceso al registro ($\alpha \approx 90^\circ$). Un total de 2 registros.

-Tipo 3: con tres tuberías de acceso al registro. Un total de 25 registros.

-Tipo 4: con cuatro tuberías de acceso al registro. Un total de 22 registros.

La ejecución de los ramales de alcantarillado incluye 643 registros, los cuales se dividen, según las entradas y salidas de las tuberías a ellos, en:

- Tipo 1 Con una tubería de acceso al registro. Un total de 64 registros.

- Tipo 2: Con dos tuberías de acceso al registro ($\alpha \approx 180^\circ$). Un total de 161 registros.

- Tipo 2': Con dos tuberías de acceso al registro ($\alpha \approx 90^\circ$). No hay registros.

- Tipo 3 Con tres tuberías de acceso al registro. Un total de 225 registros.

- Tipo 4 Con cuatro tuberías de acceso al registro. Un total de 193 registros.

Las tuberías que entran o salen de los registros, se dispone solo de una por cada muro o pared que la atraviese, y tendrán diámetros nominales siguientes:

- Parte 1: de 500, de 630, de 800 y 1200 mm.

- Parte 2: de 200, de 250, de 315, de 400, de 500, de 630 y de 800 mm.

- Parte 3: de 200 mm.

Los registros, dependiendo del diámetro de las tuberías que acceden a ellos y de la profundidad de su excavación, tienen las siguientes dimensiones interiores:

- Colector Principal:

- (1,20 x 1,20) m: 12 registros, que acceden tuberías de diámetro inferior a 600 mm y alturas de excavación por debajo de los 3 m de profundidad.

- (1,40 x 1,40) m: 3 registros, que acceden tuberías de diámetro de 630 mm.

- (1,60 x 1,60) m: 18 registros, que acceden tuberías de diámetro de 800 mm, o con profundidades de excavación entre 3 y 4 m.

- (2,00 x 2,00) m: 43 registros, que acceden tuberías de diámetro de 1200 mm, o con profundidades de excavación entre 4 y 5 m.

- Subcolectores:

- (1,20 x 1,20) m: 58 registros, que acceden tuberías de diámetro inferior a 600 mm y alturas de excavación por debajo de los 3 m de profundidad.

- (1,40 x 1,40) m: 18 registros, que acceden tuberías de diámetro de 630 mm.

- (1,60 x 1,60) m: 24 registros, que acceden tuberías de diámetro de 800 mm, o con profundidades de excavación entre 3 y 4 m.

- Red a Sustituir de 200 mm:

- (1,20 x 1,20) m: 643 registros, que acceden tuberías de diámetro de 200 mm y alturas de excavación por debajo de los 3 m de profundidad.

Los registros según su función se desglosan de la siguiente manera:

- Colector Principal:

- De cabecera: 0 registros.
- Intermedios: 76 registros

- Subcolectores:

- De cabecera: 0 registros.
- Intermedios: 100 registros

- Red a Sustituir de 200 mm:

- De cabecera: 64 registros.
- Intermedios: 579 registros

Los elementos componentes de los registros son: un sello de hormigón hidráulico pobre, una losa de fondo de hormigón armado, paredes de bloques de hormigón, cerramientos, losa superior de hormigón armado, con tapa, y escalera de acceso.

Los registros poseen las siguientes dimensiones y características técnicas:

- Cimentación

La cimentación de los registros estará constituida por losa de hormigón armado, elaborada "in situ", de 200 mm de espesor, con resistencia a compresión característica a los 28 días de $f_{ck} = 25$ MPa, y se reforzará con barras de acero de grado G-40, de diámetro $\varnothing 13$ mm, espaciadas a 200 o 400 mm. Al hormigonar la losa de piso le sobresale un acero por fuera de ella (en espera), para cuando se coloquen las paredes de los registros. La losa de cimentación a su vez, estará apoyada sobre una capa de hormigón hidráulico pobre de 5 cm de espesor, con una resistencia a compresión característica a los 28 días de $f_{ck} = 10$ MPa, para lograr una mejor nivelación dentro del terreno.

- Muros

La construcción de las paredes de los registros se prevé con bloques de hormigón de (400 x 200 x 200) mm, siendo su espesor de 200 mm. Los bloques se dispondrán de forma machihembrada y se reforzarán al macizarlos, en toda la altura de los muros (rellenando sus huecos); y pasando a través de los muros las barras de acero corrugada de grado G-40, dejadas en espera, en la etapa de cimentación de los registros.

En la parte superior de los muros y como elemento para su cierre se construyen cerramientos de hormigón armado, elaborados "in situ", tendrá un espesor variable, entre 230 y 400 mm, una resistencia a compresión característica a los 28 días de $f_{ck} = 25$ MPa, y se reforzará con barras de acero de grado G-40, de diámetros $\varnothing 10$ y 13 mm, espaciados sus cercos a unos 300 mm.

Para evitar el debilitamiento de las paredes de los registros, ante el empuje de tierra a que pueden estar sometidas, se propone su refuerzo si sobrepasan la altura de 1,26 m, al agregarles vigas cerramientos intermedias, de valor $H5=210$ mm de espesor, siendo su resistencia de $f_{ck} = 25$ MPa, quedando la altura máxima de las paredes de bloques de 6 hiladas (1,26 m), por lo que se distribuirá la altura de las paredes intermedias, para que tengan tamaños proporcionales.

Las barras de acero que se interceptan con las tuberías serán cortadas en la obra, para evitar la interferencia de las mismas. En las paredes interiores y exteriores de los registros se prevé la aplicación de un salpicado, además de un fino en las paredes interiores.

En el exterior de los registros para garantizar su impermeabilidad, se propone la aplicación de dos manos de pintura asfáltica, a toda la superficie en contacto con el terreno.

- Losa de cubierta

La losa superior de los registros contará con una tapa de HoFo de diámetro Ø 600 mm, que estará embebida en una losa de hormigón armado, que presenta una resistencia a compresión característica a los 28 días de $f_{ck} = 25$ MPa, y estará reforzada con barras de acero de grado G-40, de diámetro Ø 13 mm. Cada losa se hormigonará "in situ", de forma independiente al registro, tendrá 220 mm de espesor, y se izará por los ganchos que le sobresalen (barras de acero de grado G-40, de diámetro Ø 16 mm), para colocarla finalmente sobre cada registro.

Dependiendo de la profundidad del registro se propone colocar sobre los mismos una losa de cubierta, donde la tapa embebida se situará en el centro de la misma o desplazada a uno de sus lados, como se describe en el apartado siguiente.

- Escaleras de acceso a los registros

Para los registros de altura superiores a los 1,20 m se propone la colocación de escaleras, para permitir al personal autorizado a acceder al interior de estos registros, facilitando su entrada y salida, de forma lo más cómoda y segura posible. Se recomienda el empleo de escaleras del tipo "gato", donde el primer descanso deberá aparecer a una altura aproximada de 600 mm desde el borde superior del registro y el resto de los pasos estarán distribuidos cada 420 mm hasta llegar a la parte inferior del registro.

A los pasos de escaleras se le dará un ancho de 400 mm, y sobresaldrá 200 mm de la pared donde se ubicará, por lo que su largo será de 300 mm y se anclará a la pared al situarlo dentro del mortero de unión entre los bloques, y al doblar a 90° el extremo de la barra de acero componente, como se muestra el detalle en el plano estructural, para garantizar su anclaje seguro.

La separación desde la pared donde se colocará la escalera hasta el borde de la tapa de HoFo (ubicada en la losa superior del registro), será de 50 a 100 mm (según sea el caso), garantizándose un mejor acceso de los operarios hacia el interior de los registros.

Antes de colocar los pasos de las escaleras se le deberá aplicar dos manos de pintura asfáltica.

Requisitos de durabilidad del hormigón hidráulico

De acuerdo a las consideraciones establecidas en la norma NC 250: 2005 "Requisitos de durabilidad para el diseño y construcción de edificaciones y obras civiles", de hormigón estructural, que estén sometidos a los ambientes corrosivos más frecuentes en el país; para el caso que nos "ocupa se considera un ambiente de agresividad media, a partir del criterio de estructuras situadas en la franja costera a más de 3 km y hasta 20 km del mar, en la costa norte.

El hormigón armado se utilizará en la losa de fondo de los registros, en sus losas superficiales y en los cerramientos de sus paredes, según los criterios incluidos en el acápite "Control básico de la calidad del hormigón".

Criterios básicos de rechazo

El criterio de rechazo de la ejecución de la cimentación y las armaduras:

- Calidad del hormigón inferior al 95 % de la especificada por proyecto.

- El tipo de asentamiento por el Cono de Abrams solo admitirá una distorsión de una unidad en su valoración cualitativa, es decir, solo hasta el siguiente nivel. Los máximos se definen en la NC 120: 2014, tabla 17 (-20 mm y +20 mm).

-Coqueras, oquedades en la superficie del hormigón con extensión superior al 15 % o profundidades superiores a 50 mm.

- Desviaciones dimensionales inferiores al 95 % de las especificadas por proyecto, para todos los elementos estructurales.

- Distorsiones derivadas del encofrado con rangos no superiores al 1/500 H en la vertical.

- Indistintamente del lugar donde se detecte por el control de autor el incumplimiento de los criterios de rechazo, el o los elementos serán rechazados.

Control básico de calidad del hormigón

- El control de las materias primas del hormigón (cemento, áridos, agua, aditivos químicos y adiciones minerales).

- En el diseño de la mezcla de hormigón, su responsable es el productor de hormigón.

- Para el control de la mezcla fresca de hormigón, se muestrea el hormigón de forma aleatoria, cumpliendo los requerimientos normativos, para lo cual se preparará para cada lote de hormigón producido un plan de muestreo aleatorio; en el caso concreto donde sea indispensable determinar la Conformidad del Lote de hormigón y por su volumen no resulta apropiado emplear el muestreo aleatorio, se podrá efectuar el muestreo total de las amasadas.

- El control del hormigón endurecido, se hace de no alcanzarse la resistencia exigida por proyecto.

- El control del proceso tecnológico de la producción de la mezcla de hormigón, su transporte a distancia, vertido, compactación y curado. En los trabajos preparatorios a la realización del hormigonado es primaria la inspección del encofrado para garantizar en el proceso de diseño y de ejecución su estabilidad ante las cargas ocasionadas por el hormigón y ante las cargas accidentales del propio proceso de hormigonado y también su estanqueidad. Otro aspecto importante es el control de la colocación adecuada del acero de refuerzo y en especial los recubrimientos especificados para el mismo, aspecto que resulta decisivo en la vida útil de las estructuras de hormigón armado.

Es fundamental que, en el caso concreto del hormigón premezclado, que el muestreo de la mezcla de hormigón, los ensayos de consistencia y la fabricación de las probetas para los ensayos de resistencias mecánicas con vistas a determinar su conformidad (aceptación) o no conformidad (rechazo del lote), tiene que efectuarse en la obra, en el lugar de vertido, después de concluir el transporte a distancia. El productor del hormigón será el responsable de realizar estos ensayos y de documentar adecuadamente sus resultados.

Si el lote de hormigón producido resulta “no conforme”, el productor de hormigón será responsable y asumirá los gastos derivados de los estudios complementarios para valorar el estado del hormigón en la estructura, o su demolición en caso de que resulte indispensable, así como deberá compensar al inversionista por las demoras ocasionadas en la ejecución de la obra por este motivo.

En relación a la elaboración del hormigón hidráulico en la obra se considerarán los siguientes elementos:

1. La mezcla a emplear en la obra será de la resistencia indicada anteriormente, observándose la relación agua cemento que garantice la resistencia y asentamiento deseado. El cemento y los agregados que se empleen en él, cumplirán las especificaciones establecidas en las normas vigentes en el país, y el agua a usar será dulce, preferiblemente potable.

En el caso que la mezcla se prepare en obra, la unión de los ingredientes se hará por medios mecánicos, empleándose hormigoneras con capacidad de sacos completos, debiéndose asegurar el control del agua agregada. El tiempo mínimo de amasado por templa será de 1,5 min. Antes de verter la misma en los cofres, estos y el terreno de la subrasante se humedecerán. Vertida la mezcla, esta se vibrará por medios mecánicos con vibradores de ϕ 50 o 70 mm en la cabeza, durante no menos de 6 s ni más de 12 s, con espaciado entre puntos de vibrado de 50 a 70 cm, introduciéndose en el hormigón verticalmente. No se utilizará el vibrador para distribuir la mezcla en los cofres, para ello se emplearán palas. En caso de no existir vibrador, se usará la "fija", barra de acero lisa de ϕ 16 mm o 18 mm, aplicándose 25 golpes/pie²

2. Los moldes podrán ser de madera ó metálicos y serán contruidos de manera que se ajusten con exactitud a las líneas y dimensiones indicadas en el proyecto, estos tendrán la rigidez necesaria para que no se deformen visiblemente durante la colocación del hormigón. Para evitar o reducir las deformaciones por cambios notables de humedad al absorber el agua contenida en la mezcla, los moldes de madera serán bien saturados con agua por ambas caras antes del vertimiento; si los moldes son de otros materiales y esto es válido para la madera también, se cubrirán con aceite, grasa ó algún producto similar, lo cual evita además que la mezcla se adhiera al molde, facilitando el desencofre.

3. En todos los casos el acero corrugado será del tipo G-40, según la norma cubana NC 7: 2017, denominada "Barras de acero para refuerzo de hormigón. Especificaciones".

4. Se realizarán ensayos de resistencia del hormigón a la compresión mediante la toma de muestras en probetas cilíndricas. A pie de obra se obtendrán como lote básico, de cada amasada dos series de probetas de tres muestras cada una, para un total de seis muestras por amasada, una para ensayar a los 7 días y otra para ensayar a los 28 días. Ver normas NC ISO 1920-3 "Ensayos al hormigón - Parte 3: Elaboración y curado de probetas para ensayos (ISO 1920-3: 2004, IDT)" y NC 167: 2018 "Hormigón Fresco. Tomas de muestras"; en donde esclarecen como se debe preparar las probetas para la realización del ensayo. La tolerancia de desviación no podrá ser superior a 1,5 MPa, que representa el 5 % de los errores estándar con una confiabilidad del 95 %.

5. Para el curado se empleará riego de agua directo; haciéndose por un período no menor de 7 días, utilizando el método de adición de agua (rociado). Ver NC 293: 2005 denominada "Código de buenas prácticas para el curado del hormigón".

6. La compactación del hormigón en la obra se efectuará con los procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera que se garantice la compacidad máxima, eliminando las oquedades y logrando un perfecto cerrado de la masa, así como una perfecta unión entre las capas, sin producir segregación.

7. Se utilizará vibrador de inmersión para garantizar una correcta compactación durante el proceso de hormigonado, con control exhaustivo (compactación normal).

8. El proceso de compactación se prolongará hasta que refluya la pasta a la superficie y deje salir el aire atrapado.

9. El asentamiento por el Cono de Abrams estará entre 50 y 90 mm (del tipo A-2, consistencia plástica), según la norma NC 120: 2014. "Hormigón Hidráulico. Especificaciones".

10. El tamaño máximo del árido grueso queda definido con una granulometría de 20 mm, tipo 20-10, según la norma NC 251: 2013 "Áridos para hormigones hidráulicos -requisitos".

11. Los materiales empleados son: el hormigón especificado por las normas NC 120: 2014 y NC 250: 2005 correspondiente, y el acero estructural según la norma NC 7: 2017.

Las autoridades facultadas a tal efecto tomarán en obra todas las medidas de seguridad necesarias durante el proceso constructivo para evitar posibles accidentes que pongan en peligro la vida de las personas y la pérdida de los bienes materiales.

 *Etapa de construcción*

Secuencia de ejecución de las etapas de construcción

Para la realización de la programación de obra, se utilizaron las fuentes de información que a continuación se relacionan:

- a) Parte hidrotécnica
- b) Volúmenes de trabajo
- c) Manual de equipos pesados
- d) Normas de mano de obra
- e) Software Ms. Project.

La obra se divide en tres frentes de trabajo:

- Colector y registros
- Subcolectores y registros
- Red, entronques y registros

Los trabajos se iniciarán con la demolición de pavimento, para seguidamente ejecutar la excavación de la zanja y el acarreo de material sobrante, que debe realizarse paralelamente, para facilitar los trabajos posteriores de almacenamiento de materiales cerca de la zanja, el emplazamiento y desplazamiento de los equipos.

De acuerdo a la Norma Cubana (NC-19-03-23) la distancia entre el borde de una excavación y el punto más cercano de un Equipo (Neumáticos, Esteras, o Gatos de una grúa emplazada) dependerá de la profundidad de la excavación y del tipo de suelo. (Ver tabla que se muestra a continuación).

Tabla. 5 Distancia entre el borde de la excavación y el punto más cercano del equipo

Profundidad de excavación (m)	Tipo de suelo				
	Arenoso	Semi-Arenoso	Semi-Arcilloso	Arcillosos	Rocoso
1	1,5	1,25	1	1	1
2	3	2,4	2	1,5	2
3	4	3,6	3,25	1,75	2,5
4	5	4,4	4	3	3
5	6	5,3	4,75	3,5	3,5

Fuente: NC-19-03-23

En la medida que se excave la zanja, se puede ir colocando el colchón de arena para sustentar la tubería, la cual también se puede ir colocando a partir de estar colocado un tramo de colchón de arena.

La ejecución de los registros, se pueden realizar en paralelo.

El rehincho manual se realizará con material de préstamo y el rehincho mecanizado, con material producto de la excavación. Por último, se debe llevar a cabo la reconstrucción del pavimento.

Se debe tener en cuenta, la Norma Cubana (NC-19-03-23) en los tramos donde exista tendido eléctrico, la distancia entre el cable y el cubo de una excavadora o la pluma de una grúa debe ser como se indica en la tabla siguiente.

Tabla. 6 Distancia al Tendido Eléctrico

Voltaje nominal (kV)	Distancia (en metros)	
	Velocidad del viento < 18 m/s	Velocidad del viento > 18 m/s
Hasta 1	2	3
Más de 1 y hasta 110	6	15
Más de 110 y hasta 220	7	18
Más de 220 y hasta 380	8	19

Fuente: NC-19-03-23

Empleos generados por el proyecto, desde su construcción hasta su puesta en explotación.
Disponibilidad de mano de obra.

Para la ejecución de la inversión se contará con la siguiente fuerza laboral

- Ayudante de construcción
- Mezclero
- Albañil
- Armador estructura hormigón
- Cabillero
- Carpintero encofrador
- Colocador de eslinga
- Operario para el mantenimiento vial
- Operario impermeabilizador
- Plomero

Materiales a emplear

El material a emplear en el rehincho de zanjas no tendrá basura, tierra vegetal, material orgánico, piedras, pedazos de hormigón de dimensiones mayores de 50 mm o cualquier otro material o sustancia que sea perjudicial a la obra.

La zanja donde se colocará la tubería se ejecutará con una sección rectangular y dentro de la misma se colocará un prepiso de arena o material granular de espesor 0,10 m, al cual se le dará la pendiente requerida según el diseño del tramo que se va a colocar.

El material para el rehincho de la zanja hasta 300 mm sobre la corona del tubo y el rehincho compactado de la zanja desde 300 mm sobre la corona del tubo y hasta la superficie del pavimento debe realizarse por capas de no más de 200 mm de espesor con pisones mecánicos o cilindros compactadores de zanja y además el material debe cumplir las siguientes condiciones:

- a) Índice de plasticidad entre 0 y 10.
- b) Límite líquido no mayor de 45.
- c) La densidad compactada será de un 90% por Ensayo Proctor Estándar.
- d) No deberá tener más de un 20% de partículas mayores de 50 mm de diámetro.

Este material puede ser el mismo producto de la excavación de la zanja, seleccionado a fin de cumplir los requerimientos dados, o material de mejoramiento obtenido de préstamo como: polvo de piedra, marga con bajo contenido de arcilla, serpentinita, o cualquier otro granular fino.

Tabla.7 Listado cuantitativo de los materiales a emplear en la inversión

Descripción	UM	Cantidad
ALAMBRE LISO DE ACERO GALVAN. MPTU-2596-50 1.2 MM # 18	kg	944.78
BARRA DE ACERO CORRUGADO 3/8" GDO A-30 DE 10 MM	tm	13.21
BARRA DE ACERO CORRUGADA 1/2" GRADO A-30 DE 12 MM	tm	125.32
BARRA DE ACERO CORRUGADA 5/8" GRADO A-30 DE 16 MM	tm	10.96
PUNTILLAS DE HIERRO CON CABEZA DE 2 1/2" CAL 12	kg	4296.06
TAPA DE REGISTRO	u	819.00
CUELLO DE REGISTRO	u	819.00
AGUA POTABLE	m3	221.43
CEMENTO GRIS PP-250 EN BOLSA DE 50 KG	sc	1968.79
CEMENTO GRIS P-350 A GRANEL	tm	369.05
HIDRATO DE CAL DE PRIMERA EN BOLSA DE 18.54 KG	bs	4494.99
RECEBO O POLVO DE PIEDRA CALIZA ARCILLOSA (CIUDAD DE LA HABANA)	m3	73.81
GRAVILLA DE 10-19 MM GRADO A DE 800 KG/CM2 O MAS (CIUDAD DE LA HABANA)	m3	516.67
ROCOSO MATERIAL DE RELLENO (CIUDAD DE LA HABANA)	m3	60432.86
ARENA DE MINAS BENEFICIADA Y CERNIDA GRADO A	m3	3.28
ARENA ARTIFICIAL GRADO A DE 800 KG/CM2 O MAS (CIUDAD DE LA HABANA)	m3	931.03
TACO DE MORTERO A BASE DE CEMENTO GRIS DE 25X63 MM	mu	24.17
TACO DE MORTERO CEMENTO GRIS 50X63 MM	mu	28.08
BLOQUE HORM BAS/GRANITO-ARENA-C/GRIS 400 X 200 X 200 MM	mu	94.48
APAREJO ASFALTICO	kg	6826.76
HORMIGON	m3	35930.33
TUBERIA SAN.CORRUG.PP DN 160	m	86954.00
TUBERIA SAN.CORRUG.PP DN 200	m	80639.00
TUBERIA SANITARIA CORRUGADA 250 MM	m	1446.00
TUBERIA SAN.CORRUG.PP DN 315	m	1132.00
TUBERIA SAN.CORRUG.PP DN 400	m	749.00
TAPA Y ARO REGISTRO INSP 6"	u	12422.00
CODO PP 45° 160 MM SAN.CORRUG.	u	24844.00
MANGUITO PP DN 200 SAN.CORRUG.	u	13400.00
MANGUITO PP DN 250 SAN.CORRUG.	u	241.00
MANGUITO PP DN 160 SAN.CORRUG.	u	24844.00
MANGUITO PP DN 315 SAN.CORRUG.	u	189.00
MANGUITO PP SAN.CORRUG DN 400	u	125.00
YE PP 160X160 MM SAN.CORRUG.	u	12422.00
YE PP 200X160 SAN.CORRUG.	u	12422.00
ARENA	m3	7776.14
TUBERIA Y MANGUITO 500 mm	km	0.98
TUBERIA Y MANGUITO 630 mm	km	1.65
TUBERIA Y MANGUITO 800 mm	km	1.51
TUBERIA Y MANGUITO 1200 mm	km	2.30

Fuente: PID Aguas de La Habana, 2020

Características, composición y volumen estimado de escombros. Puntos de vertimiento.

Los residuos sólidos producto de las excavaciones se emplearán como material de relleno de zanjas y para recomponer el pavimento. En el Anexo No. 7 se especifican los volúmenes de las excavaciones totales que se ejecutarán en el proyecto. Los residuos que contengan basura, tierra vegetal, material orgánica, piedras, pedazos de hormigón de dimensiones mayores de 50 mm o cualquier otro material o sustancia que sea perjudicial a la obra se dispondrán en el vertedero.

Pendientes y alturas previstas para desmontes, voladuras y terraplenes.

No son necesarios terraplenes o voladuras. El acceso a la obra está garantizado y la tecnología no prevé el uso de explosivos en los escasos sectores de roca dura.

Equipamiento técnico

En la tabla 8 se muestra el equipamiento tecnológico que se empleará en la inversión

Tabla. 8 Listado de los equipos tecnológicos

Descripción
TOPADOR DE ESTERA DE 96-110 HP
TOPADOR DE ESTERA DE 171-190 HP
TOPADOR DE ESTERA DE 191-210 HP
CARGADOR DE CUCHARON FRONTAL S/NEUMATICOS 0.75-1.00 M3
CARGADOR DE CUCHARON FRONTAL S/NEUMATICOS 1.26-1.50 M3
CARGADOR DE CUCHARON FRONTAL S/NEUMATICOS 2.26-2.50 M3
EXCAVADORA UNIVERSAL PALA INVERT S/ESTERAS 0.91-1.10 M3
EXCAVADORA UNIVERSAL FRENTA PALA S/ESTERAS 0.91-1.10 M3
ZANJEADORA VERMER 8550 A (DISCO)
MARTILLO ROMPEDOR DE 1051-1150 GOLPES/MIN (8-12KG/GOLP)
MOTONIVELADORA DE 131-150 HP
COMPACTADOR PLATO UNICO VIBRAT 0.76-1.00 M2 SUPERFICIE
HORMIGONERA ESTACIONARIA ELECTRICA 351-450 LITROS
VIBRADOR HORM SUMERGIBLE ELECTRICO 51-70 MM DIAM CABEZA
CAMION PLANCHA 7.1-8.5 TON
CAMION PLANCHA 12.1-14.0 TON
CAMION DE VOLTEO DE 8.1 -10.0 M3
ZORRA DE ARRASTRE 35.1-50.0 TON
CAMION TANQUE PARA AGUA DE 5001-6000 LT DE CAPACIDAD
GRUA DE IZAJE SOBRE NEUMATICOS DE 5-8 TON
GRUA DE IZAJE SOBRE NEUMATICOS DE 9-14 TON
GRUA DE IZAJE SOBRE CAMION DE 3-8 TON
COMPRESOR DE AIRE MOVIL 8-12 M3/MIN
EXCAVADORA HIDRAULICA C/MARTILLO ROMPEDOR S/ESTERAS DE 35 M3/H

Fuente: PID Aguas de La Habana, 2020

Control de calidad de las obras

El responsable de la Ejecución de la Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme a lo establecido en el proyecto, sus especificaciones y las modificaciones reflejadas en el Libro de Obra.

El Constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará en la Ejecución de la Obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.

La documentación de calidad preparada por el Constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así se autorizará, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será guardada por el Inversionista, para que se asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

Control de la calidad en la ejecución

Las unidades de obra son ejecutadas a partir de materiales (productos) que han pasado su control de calidad, por lo que la calidad de los componentes de la unidad de obra queda acreditada por los documentos que los avalan, sin embargo, la calidad de las partes no garantiza la calidad del producto final (unidad de obra).

En este apartado del Plan de Control de Calidad, se establecen las operaciones de control mínimas a realizar durante la ejecución de cada unidad de obra, para cada una de las fases de ejecución descritas, así como las pruebas de servicio a realizar a cargo y cuenta de la empresa constructora. Para poder avalar la calidad de las unidades de obra, se debe establecer, de modo orientativo, la frecuencia mínima de control a realizar, incluyendo los aspectos más relevantes para la correcta ejecución de la unidad de obra, a verificar por parte del Inversionista de la Obra durante el proceso de ejecución.

Facilidades temporales y servicios

La logística de ejecución a lo largo del trazado, se adecuará a los espacios disponibles en cada caso, tratando de emplazarla en áreas verdes para evitar siempre que sea posibles afectaciones de la vía pública. Preliminarmente se ha considerado un área de 30m x 25 m = 750 m², suficiente para el emplazamiento de los elementos que integran la logística.

Emisiones gaseosas en la fase de construcción

Generación de emisiones gaseosas por la combustión en los vehículos, polvos en suspensión al remover el suelo y transportar escombros.

Accesos a las áreas de obras.

El acceso a las áreas de trabajo se realizará sin dificultad, todo el trazado está definido en la zona urbana de la ciudad donde el transporte automotor está autorizado. El traslado de los tubos de hormigón y los equipos se efectuará con los permisos correspondientes y respetando lo establecido en el código 109 de Seguridad Vial.

Tiempo estimado para la ejecución de las obras constructivas.

El plazo de ejecución de la obra es de 980 días, según cronograma de ejecución (Anexo No.6), recomendándose una secuencia constructiva de proyecto, que garantiza valor de uso, con la puesta en marcha de cada tramo terminado.

Análisis de riesgos y planes de contingencia ante catástrofes naturales o accidentes tecnológicos

Atendiendo al origen de los eventos capaces de provocar efectos negativos de diferentes magnitudes sobre las instalaciones, bienes físicos, las personas y sobre el medio ambiente, los desastres pueden ser provocados por eventos naturales entre ellos: tormentas, huracanes, inundaciones, terremotos, maremotos, etc.; como resultado de accidentes tecnológicos o errores operacionales tales como: el derrumbe de edificaciones, la emisión o liberación incontrolada de sustancias o materiales peligrosos, incendios de grandes proporciones o explosiones, accidentes del transporte entre otros. Se incluyen los accidentes biológicos o sanitarios, como la liberación o proliferación incontrolada de agentes biológicos patógenos, la contaminación biológica o química de alimentos o de fuentes de abasto de agua, etc.

II.4 Integración del proyecto con el entorno

-  Soluciones arquitectónicas adecuadas a la armonía del paisaje. Racionalidad funcional, estética y ambiental.

Una vez que culminen las labores de instalación de las redes y colectores, serán selladas las zanjas dejando solo acceso a elementos de inspección. El área será rehabilitada como se propone en el plan de acción de este EsIA.

✚ *Aprovechamiento óptimo de la iluminación y la ventilación natural.*

Se estiman más de ocho horas de trabajo, por tanto, durante el día se aprovechará al máximo la luz natural.

✚ *Empleo de materiales ecológicos y compatibles ambientalmente.*

Los insumos a emplear son convencionales, no se consideran ecológicos.

II.5 Plan de manejo de desechos. Etapa de funcionamiento

✚ *Caracterización, composición, concentración y volumen estimado de emisiones gaseosas, residuales líquidos y desechos sólidos. Fase de explotación.*

Desechos sólidos y residuales líquidos

Durante la etapa de funcionamiento de las redes no se generarán desechos sólidos, el proyecto en explotación evacuará 1147,50 L/s de residuales cuyo destino final será el Colector Sur, lo que representa altas cargas contaminantes

Emisiones gaseosas durante la evacuación del caudal de aguas residuales

Las aguas residuales a evacuar poseerán bajas concentraciones de oxígeno disuelto, teniendo en cuenta que los microorganismos degradan la materia orgánica y consumen oxígeno para su oxidación. Si la demanda de oxígeno es superior a la aireación por disolución de oxígeno atmosférico, se puede llegar a un ciclo anaerobio: se consume oxígeno combinado en lugar de molecular, creándose un ambiente reductor, con la aparición de amoníaco, nitrógeno y ácido sulfhídrico, así como la reducción de sulfatos a sulfuros; el agua se torna oscura, de olor desagradable y con gérmenes patógenos.

Por tanto, se percibirán malos olores en los registros y puntos del sistema por la presencia del sulfuro de hidrogeno (H_2S), es un gas inflamable, incoloro, de olor característico a huevos podridos, perceptible en contenidos muy bajos. Este olor proviene del H_2S es generado por descomposición bacteriana de proteínas que contienen azufre. Se lo conoce comúnmente como ácido hidrosulfúrico o gas de alcantarilla. Es uno de los compuestos destacados como causantes de molestias por malos olores.

El ácido sulfhídrico como también se le conoce es extremadamente nocivo para la salud. Bastan 20-50 partes por millón (ppm) en el aire para causar un malestar agudo que conlleva a la asfixia y a muerte por sobreexposición.

II.6 Empleo de productos químicos tóxicos

La tecnología no necesita el uso de productos químicos tóxicos, pero si otros con menor grado de agresividad como los lubricantes para todo el mecanismo de las maquinarias.

II.7 Plan de manejo de desechos peligrosos

✚ *Caracterización, composición, concentración y volúmenes estimados.*

El proyecto concibe el manejo de los desechos peligrosos a generar durante la construcción de la obra, presentándose a continuación según la clasificación que establece la Resolución 253/2021 del CITMA, los identificados según las actividades declaradas en el proyecto.

Como la construcción será un periodo determinado, el inversionista se apoyará en la gestión que tiene actualmente la Empresa al respecto. Debe haber definición de los sitios de disposición final, tratamiento, confinamiento o reciclado.

Tabla 9. Identificación y clasificación de los desechos peligrosos.

Desecho	Clasificación. Anexo VI R.253/2021 del CITMA	Características peligrosas. Anexo VII Resolución 253/2021	Proceso o actividad generadora
Aceites usados	2. Desechos químicos peligrosos: g) Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados (Y8).	<u>H3 Líquidos inflamables.</u> <u>H11 Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos).</u> Líquido viscoso de color negro clasificado como <i>Clase III (NC 96-00-04:1989)</i> , que contiene fenoles, compuestos de cloro y plomo, hidrocarburos polinucleares, aromáticos clorados (PCBs), entre otros. Alta persistencia y capacidad para difundirse cubriendo grandes superficies de tierra o agua.	Mantenimiento de los equipos tecnológicos
Materiales contaminados con hidrocarburos (aserrín, papeles paños.)	Desechos químicos peligrosos: g) Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados (Y8).	<u>H4.1 Sólidos inflamables.</u> Materiales absorbentes que son utilizados para la limpieza de las manos o recogida de derrames de aceites y grasas, confiriéndoles a éstos características peligrosas.	Limpieza y mantenimiento del equipamiento. Limpieza de piezas y manos con restos de hidrocarburos, así como la recogida de derrames de aceites y grasas.
Aguas oleosas	2. Desechos Químicos Peligrosos: h) Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua (Y9).	H12 Ecotóxicos Emulsión de petróleo y agua, con efectos bioacumulativos sobre los ecosistemas.	Lavado de las piezas, manos de los trabajadores

✚ *Condiciones de almacenamiento y transportación. Sistema de tratamiento. Disposición temporal y final.*

El mantenimiento de los camiones que transportarán escombros o realizarán otra actividad de carga deberá realizarse en los respectivos talleres de la empresa o UEB a la que pertenezcan, de esta manera las baterías y filtros de aceite serán controlados. En cuanto al manejo final el inversionista puede contactar a CUPET para la entrega de los aceites usados.

✚ *Análisis de riesgo y medidas previstas ante accidentes tecnológicos y catástrofes naturales.*

En el proyecto se concibió la distribución y uso de equipos de protección individual para los operarios en las diferentes etapas de la obra. Si la masa trabajadora cumple con el uso de medios de protección y mantiene una adecuada disciplina tecnológica evitará accidentes no solo al manejar desechos peligrosos sino también durante la operación de cada equipo. Los medios son los siguientes:

1. Casco.
2. Protectores auditivos: tapones o auriculares.
3. Gafas.

4. Mascarilla.
5. Guantes contra agresiones mecánicas (en tareas de mantenimiento).
6. Calzado de seguridad (impermeable).
7. Arnés (en operaciones de montaje y desmontaje).
8. Ropa de trabajo (impermeable).
9. Ropa y accesorios de señalización.

De acuerdo al tipo de tecnología y los sitios donde se desarrollará la obra (en vías urbanas), se definieron los siguientes riesgos por peligros tecnológicos.

1. Caída de personas a diferente nivel.
2. Caída de objetos por manipulación.
3. Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
4. Proyección de fragmentos o partículas.
5. Atrapamientos por o entre objetos.
6. Inhalación o ingestión de agentes químicos peligrosos.
7. Contactos térmicos.
8. Contactos eléctricos.
9. Incendios.
10. Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
11. Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo, gases.
12. Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

Considerando los tipos de peligros antes valorados el ejecutor del EsIA propone las siguientes medidas de seguridad:

1. Mantener un sistema de comunicación eficaz para casos de emergencia.
2. Capacitar a todo el personal involucrado en la labor con la zanjadora. Verificar que los operarios que dirigen la máquina estén autorizados.
3. Verificar al iniciar los trabajos, que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado.
4. Verificar que la zona de conducción esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de mandos.
5. Limpiar el calzado de los operarios antes de utilizar la escalera de acceso a la máquina.
6. Subir y bajar de la zanjadora únicamente por el acceso previsto por el fabricante.
7. Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
8. Verificar la existencia de un extintor en la zanjadora.
9. Inspeccionar el terreno antes del inicio de los trabajos.
10. Inspeccionar los accesorios necesarios de la zanjadora y mantenerlos en buenas condiciones.
11. Analizar las condiciones de estabilidad de los taludes próximos a la máquina, ya sea en su traslado o en su emplazamiento de trabajo.

12. Evitar que los operadores de la máquina se acerquen a los componentes en movimiento.
13. Evitar el exceso de presión recomendada por el fabricante en los gatos hidráulicos.
14. Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.
15. Prohibir el uso de la zanjadora como medio para transportar personas, excepto que la máquina disponga de asientos previstos por el fabricante con este fin.
16. Mantener la comunicación por señales visuales para no tener que prescindir de la protección auditiva durante la actividad de perforación.
17. Evitar el abandono de la máquina durante su funcionamiento.
18. Asegurar un sistema de comunicación entre la zona de trabajo que se ha de perforar y el exterior.
19. Dotar a la perforación de un mecanismo de recogida de polvo para evitar atmósferas saturadas de polvo.
20. Evitar durante el mantenimiento la ropa holgada, joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados.
21. Evitar la reparación de la máquina cuando esté en funcionamiento o con el motor en marcha.
22. Comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo en las operaciones de transporte y sujeción son los adecuados.
23. Proteger las cintas de transporte de áridos resultantes de la excavación para evitar la caída del material. Además, deben disponer de paradas de seguridad para evitar el atrapamiento de personas.

II.8 Plan de rehabilitación de áreas naturales afectadas

 *Ubicación y descripción de las áreas afectadas. Presupuesto económico.*

No se afectarán áreas naturales, en todo el trazado predomina un paisaje urbano. En el geosistema identificado prevalece el subsistema socioeconómico sobre el abiótico y biótico.

Distribución de las áreas verdes. Programa de reforestación

El área se restablecerá una vez terminada la obra. En el capítulo V se proponen acciones al respecto.

II.9 Programa de Educación Ambiental, basado en los aspectos en que será capacitado el personal que labora en el proyecto en las etapas de construcción, operación y cierre

En el proyecto no se detalla un programa de educación ambiental específico para la obra. No obstante, el inversionista tendrá en cuenta las siguientes propuestas con el objetivo de crear una conciencia y cultura ambiental en el personal vinculado a las diferentes etapas.

El programa tendrá como objetivos específicos el conocimiento o dominio de la base legislativa principal y acciones de capacitación establecidas en los documentos rectores (Constitución de la República, Ley No. 81 y Estrategia Ambiental Nacional). Sobre esta base es importante:

1. Valorar con los directivos de la Empresa los fundamentos de las principales leyes en la esfera de la protección del medio ambiente aplicable a la protección de las aguas terrestres y marinas, las contravenciones establecidas para el vertimiento de residuales líquidos, sólidos y gaseosos, entre otras.

2. Sensibilizar a los trabajadores y directivos con la necesidad de conservar el medio ambiente en todas las etapas del proyecto, orientándoles acerca de cómo pueden contribuir desde su puesto de trabajo.

Las actividades de capacitación son esenciales para el correcto funcionamiento de cualquier organización. El programa debe ser revisado y actualizado durante las etapas que tiene el proyecto incluyendo el funcionamiento de la obra. Por ejemplo, se puede aplicar:

1. *Colocación de murales informativos; elaboración de boletines:* en ellos se divulgarán los principales riesgos y peligros asociados al manejo de los desechos peligrosos, productos químicos o gases nocivos, así como la actuación ante posibles eventualidades.
2. *Disponibilidad de las hojas de seguridad y manuales:* estarán disponibles para todo el personal vinculado directa o indirectamente al manejo de los desechos peligrosos, productos químicos y manuales de operación de las tecnologías.
3. *Seminarios, charlas:* mediante estas modalidades podrán abordarse todos los temas relacionados con el agotamiento de las fuentes de agua naturales como recurso no renovable, la importancia de la armonía entre el medio social y el abiótico dentro del ecosistema donde se desarrolla la obra, permitiendo además el intercambio de opiniones con los trabajadores.

El plan de capacitación recogerá como mínimo las siguientes actividades.

Tabla 10. Programa de entrenamiento y capacitación durante las etapas del proyecto. (Duración 29 horas)

Temas a desarrollar	Modalidad	Duración (horas)	Etapas del proyecto	Responsables
Introducción. Definición de medio-ambiente. Actualidad e importancia del tema. Dos líneas claves: remediar y prevenir. Términos y definiciones.	Seminario	2	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente
Legislación ambiental vigente aplicable al tipo de obra. Uso del agua, la energía, portadores energéticos, generación de ruidos.	Seminario	4	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente
Desechos sólidos, líquidos y gaseosos que genera la obra. Tipos y características, efectos sobre la salud humana y el medio ambiente (fundamentalmente en el entorno inmediato).	Taller	7	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente
Disciplina tecnológica tanto en obreros como en directivos durante todas las etapas. Enfatizar en el cumplimiento de las acciones propuestas en el acápite II.7.	Taller	2	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente
Procedimientos ante derrames, incendios u otras situaciones de emergencia.	Taller	2	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente
	Charlas			
Medios de protección personal establecidos para la operación del equipamiento tecnológico y el manejo de cada tipo producto, materia prima o desecho. Importancia de su uso sistemático y correcto.	Seminario	2	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente
	Charlas			

Tabla 10. (Cont...)

Temas a desarrollar	Modalidad	Duración (horas)	Etapas del proyecto	Responsables
Contravenciones y multas que se pueden imponer a la entidad y sus trabajadores por violar la legislación ambiental aplicable al tipo de obra.	Charlas	2	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente
Impactos ambientales que ocasionan las acciones del proyecto sobre el medioambiente	Seminario	2	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente
Medidas preventivas, de mitigación y correctoras	Taller	2	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente
Plan de monitoreo	Taller	2	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente
Plan de contingencias	Taller	2	Construcción y funcionamiento	Especialistas del Grupo de Medio ambiente

Es necesario incrementar la cultura y educación ambiental (disminuir el desconocimiento) en la masa trabajadora. Un indicador de mejora en este sentido será la presentación de trabajos en la ANIR. La innovación y racionalización no solo debe concentrarse en la sustitución de una pieza para un equipo tecnológico por mencionar un trabajo. Según el objeto social de la entidad o el proyecto en cuestión es posible incluir trabajos que permitan o conlleven a la protección directa o indirecta del medio ambiente.

En la figura 6 se muestran algunos efectos que se perciben y pueden considerarse para incentivar a los trabajadores a que presenten trabajos de innovación con enfoque ambiental.

Donde el ahorro de recursos naturales y la disminución de cargas contaminantes por citar algunas se torne evidente; en estos trabajos deben ser remunerados como cualquier otra solución.

Soluciones capaces de:

- ✓ Ahorrar agua y energía eléctrica.
- ✓ Ahorrar combustibles y lubricantes.
- ✓ Minimizar el uso de papel y cartuchos de impresión.
- ✓ Optimizar el uso de insumos.
- ✓ Facilitar el reciclado de desechos comunes y peligrosos.
- ✓ Mejorar los medios de trabajo.
- ✓ Disminuir las cargas contaminantes que generan los efluentes líquidos, sólidos y gaseosos.



Fig 6. Efectos que generan impactos ambientales positivos.

 *Legislación ambiental aplicable vigente.*

La base legal principal que se lista a continuación es la aplicable al tipo de obra que se evalúa, debe utilizarse en la capacitación de todo el personal tanto obrero como administrativo.

Base legal principal:

En Cuba, el artículo 75 de la nueva Constitución de la República de Cuba aprobada en 2019 dispone que: *“El Estado protege el medioambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.*

Leyes

- Ley No. 81. *“Del Medioambiente”.*
- Ley No. 116, 2013. *“Código de Trabajo”.*
- Ley No. 85. *“Ley Forestal”.*
- Ley No. 33, 1981. *“Protección del medioambiente y del uso racional de los recursos naturales”.*
- Ley No. 62, 1987. *“Código Penal de la República de Cuba”.*
- Ley No. 76 de 1995 *“Ley de Minas”*

Decretos - ley

- Decreto - ley No. 200. *“De las contravenciones en materia de medioambiente”.*
- Decreto - ley No.170. *“Sistema de Medidas de Defensa Civil”.*
- Decreto - ley No. 212. *“Gestión de la zona costera”.*
- Decreto - ley No. 129, 1991. *“De extinción del Sistema de Arbitraje Estatal”*
- Decreto - ley No. 147,1994 *“Reorganización de los Organismos de la Administración Central del Estado”.*
- Decreto - ley No. 118, 1990. *“Estructura, organización y funcionamiento del sistema nacional de protección del medio ambiente y del uso racional de los recursos naturales, y su órgano rector”.*

Resoluciones

- Resolución No. 132. *“Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental”.*
- Resolución No. 111/96. *“Regulaciones sobre la diversidad biológica”.*
- Resolución No. 23/2009- 2015, CITMA *“Programa Nacional de lucha contra la contaminación del medioambiente”.*
- Resolución No. 130/95, CITMA *“Reglamento para la Inspección Ambiental Estatal”.*
- Resolución No. 23/97. *Ministerio de trabajo y seguridad social (MTSS).*
- Resolución No. 253/2021, CITMA *“Reglamento para el manejo de los productos químicos peligrosos de uso industrial, de consumo de la población y de los desechos peligrosos”.*

Normas cubanas. Sistema Nacional de Normas para la Protección del Medioambiente y la Higiene Comunal.

- NC 827:2017. *“Agua potable. Requisitos sanitarios”*.
- NC 1020: 2014. *“Calidad del aire – contaminantes - concentración máxima admisible y valores guías en zonas habitables”*.
- NC 25: 99. *“Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. Especificaciones”*
- NC 26: 2012. *“Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénicos – sanitarios”*.
- NC 27:2012. *“Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillado. Especificaciones”*.
- NC 93-01-210-87. *“Hidrosfera. Requisitos generales para la protección de las aguas superficiales y subterráneas de la contaminación por petróleo y sus derivados”*.
- NC 93-02-103-87. *“Atmósfera. Clasificación y simbología de las expulsiones según sus características”*.
- NC 93-00-004. *“Estado del Medio Ambiente. Criterios generales para su evaluación”*.
- NC 93-02-104 86. *“Reglas para la vigilancia de la calidad del aire”*.
- NC 133 - 2002. *“Residuos sólidos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales”*.
- NC 677-1:2009 *“Áreas verdes urbanas”*

Normas cubanas técnicas referidas a la construcción

- NC 640: 2009: Código de buenas prácticas para los materiales de baja resistencia controlada (Rellenos Fluidos).
- NC 7: 2017: Barras de acero para refuerzo de hormigón. Requisitos.
- NC 46: 2017: Construcciones sismo resistentes. Requisitos básicos para el diseño y construcción.
- NC 120: 2014 Hormigón hidráulico – Especificaciones.
- NC 167: 2018 Hormigón Fresco. Tomas de muestras.
- NC 207 1 a 4: 2019. Requisitos generales para el diseño y construcción de estructuras de hormigón. Partes de la 1 a la 4.
- NC 247: 2010. Bloques huecos – especificaciones.
- NC 250: 2005: Requisitos de durabilidad para el diseño y construcción de edificaciones y obras civiles de hormigón estructural.
- NC 251: 2013. Áridos para hormigones hidráulicos - Requisitos.
- NC 283: 2003 Densidad de materiales naturales, artificiales y de elementos de construcción como carga de diseño.
- NC 284: 2003 Edificaciones. Cargas de uso
- NC 293: 2006. Código de buenas prácticas para el curado del hormigón.
- NC 482: 2006. Código de buenas prácticas para la compactación del hormigón.
- NC 656: 2008. Mortero Estructural-Especificaciones. Preparación y aplicación.
- NC 657: 2008. Áridos para morteros de albañilería - Especificaciones.
- NC 791: 2010. Código de buenas prácticas sobre la preparación, dosificación, mezclado y colocación de los morteros de albañilería.
- NC 927: 2012. Edificaciones - escaleras - requisitos de diseño.

- NC 969: 2013 Tuberías presurizadas de Polietileno – Especificaciones para cálculo, diseño, transportación, manipulación, almacenamiento y colocación.
- NC 970-4: 2013 Requisitos de alcance y contenido de los servicios técnicos para inversiones de alcantarillado _ Parte 4: Requisitos del proyecto de Ingeniería Básica o Anteproyecto.
- NC 1239: 2018 “Especificaciones para el diseño y construcción de Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial Urbano”.
- NC ISO 1920-2: 2010. Ensayos al hormigón - Parte 2: Propiedades del hormigón fresco (ISO 1920-2: 2005, IDT).
- NC ISO 1920-3: 2010 “Ensayos al hormigón - Parte 3: Elaboración y curado de probetas para ensayos (ISO 1920-3: 2004, IDT)”.
- NC ISO 1920-5: 2012. Ensayos al hormigón - Parte 5: Otras propiedades en el hormigón endurecido diferentes a la resistencia (ISO 1920-5: 2004, IDT).

 *Principales problemas ambientales identificados en el territorio.*

Los principales problemas ambientales identificados en el territorio se resumen en:

1. - Contaminación atmosférica.
- 2.- Proliferación de vertederos y microvertederos.
- 3.- Contaminación de las aguas terrestres.
- 5.- Elevado número de focos contaminantes.
- 6.- Ausencia parcial o total de sistema de alcantarillado.
- 7.- Inundaciones por avenidas en los ríos.
- 8.- Ineficiente gestión de desechos comunes y peligrosos.

 *Potenciales impactos ambientales que pueden ocasionar los trabajadores, desde sus puestos específicos.*

Se identificaron algunos puestos de trabajo determinantes donde las negligencias o incumplimientos de lo establecido pueden ocasionar impactos negativos en las diferentes etapas de proyecto:

1. Violación de la disciplina tecnológica durante la excavación con la zanjadora. Si se viola la ruta del trazado, la profundidad y el resto de los requisitos establecidos, las afectaciones sobre el gradiente hidráulico y el drenaje natural de las aguas subterráneas puede intensificarse.
2. Violación de la disciplina tecnológica en el manejo inadecuado de lodos y escombros generará la contaminación del suelo en la zona de vertimiento.
3. Insuficiente control de los volúmenes de agua y energía provocaría consumos no planificados de estos recursos.

 *Medidas para prevenir los efectos negativos.*

Dentro de estas medidas se prevén:

1. Controlar y exigir el uso de los medios de protección individuales y colectivos.
2. Cumplir del código de conducta de los trabajadores.
3. Ejecutar el plan de capacitación definido.
4. Control por parte de los directivos correspondientes.

✚ **Responsabilidades individuales en la prevención de las posibles afectaciones al medio ambiente.**

En la licencia ambiental y en los respectivos contratos del inversionista con las entidades que realizarán la construcción y montaje de la obra, estarán plasmadas las responsabilidades de cada parte; se incluirán requisitos para lograr la sostenibilidad ambiental de la obra. En la figura 7 se expone de manera sintetizada los aspectos principales a considerar en este sentido.

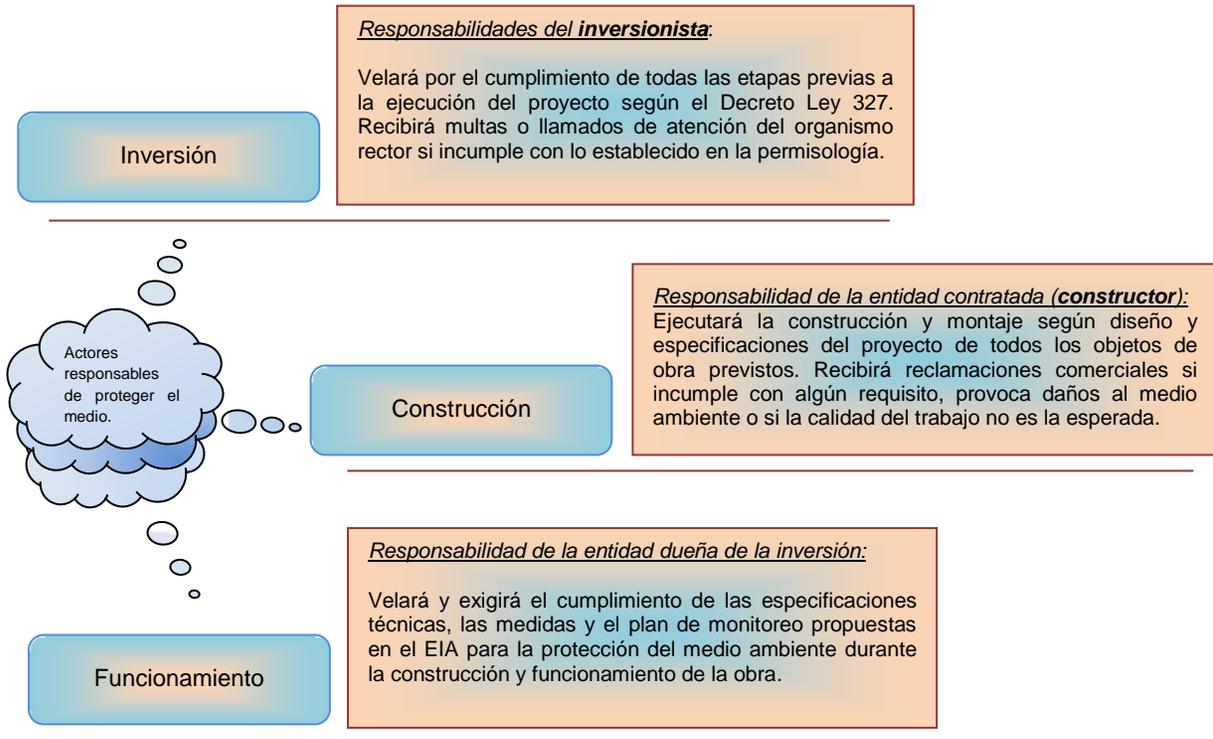


Fig 7. Responsables de la protección y conservación del medio durante la construcción y funcionamiento de la obra.

✚ **Establecimiento de un código de conducta ambiental para el personal que labora en la instalación.**

El proyecto no concibe un código de conducta ambiental, no obstante, considerando las propuestas de educación ambiental detalladas en este estudio la administración realizará como mínimo charlas educativas antes, durante y después de culminada la obra. Se hará énfasis con enfoque sistémico acerca de la importancia de la acción del hombre desde su puesto de trabajo, como una actitud racional puede disminuir los impactos ambientales, de manera puntual y regional.

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN Y EVALUCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Este capítulo consiste en clasificar y evaluar los impactos sobre el medio ambiente durante la ejecución de las acciones del proyecto, se incluyen no solo los daños (impactos negativos) sino también los beneficios (impactos positivos). La caracterización de la Línea Base Ambiental y la descripción del proyecto se consideraron como elementos muy útiles para la valoración y evaluación, teniendo en cuenta que un entorno antropizado determina en la relevancia de los impactos aportados por la obra.

IV.1 Definición de los factores del medio

En la avenida del puerto asociado a la bahía existe una infraestructura en constante desarrollo que hace un aporte importante al crecimiento económico de esta provincia y la nación. Sin embargo, el proceso de crecimiento urbano acarrea constantemente un deterioro de las condiciones ambientales circundantes.

Internacionalmente el crecimiento demográfico provoca el uso de energía y recursos naturales de manera indiscriminada, por esta razón la generación de desperdicios es significativa al punto en que los sistemas tanto artificiales como naturales se sobrecargan y las capacidades para manejarlos son cada vez más ínfimas. Las entidades tratan de mejorar la gestión ambiental para contaminar en menor medida, pero aún es insipiente.

En Cuba se observan escenarios similares, por esta causa el río Luyanó y otras corrientes superficiales están recibiendo grandes cargas contaminantes que descargan en la Bahía de La Habana como cuerpo receptor final (figura 57 y 58).



Fig 57. Contaminación presente en el río Luyanó en un tramo de la localidad de Lawton, mcpio Diez de Octubre
Fuente: Foto tomada del periódico Granma.



Fig 58. Contaminación que llega a la Bahía de La Habana proveniente de las áreas residenciales
Fuente: Foto tomada del periódico Granma.
Autor: Ricardo López Hevia

Como todo proyecto el sistema de alcantarillado propuesto generará impactos ambientales positivos y negativos por lo que se determinó evaluar todos los factores del medio por la interrelación que permanece y la relación dinámica que manifiestan. Este enfoque facilita la definición de la magnitud y significación de los impactos para cada caso. Específicamente se valoraron de manera individual los siguientes factores ambientales:

1. Atmósfera
2. Geología
3. Suelo
4. Geomorfología
5. Aguas terrestres
6. Flora
7. Fauna
8. Socio-economía

IV.2 Identificación de los impactos ambientales

Con vista a facilitar la labor de identificación de los impactos, se realizó una revisión del proyecto, determinando las principales acciones en las diferentes etapas que tendrán lugar durante la construcción y funcionamiento de la obra; las principales que se muestran abarcan todos los procesos y se resumen en:

1. Movimiento de tierra y remoción de capa vegetal.
2. Instalación de la red.
3. Funcionamiento del sistema.

También se valoró toda la actividad humana que de una forma directa o indirecta puede afectar los espacios físico-geográficos, el medio biótico, así como el entorno social y económico.

Tabla 39. Acciones previstas durante las etapas del proyecto.

Acciones	Procesos que se incluyen dentro de la acción definida
Etapas de construcción y montaje	
Movimiento de tierra e instalación de la red.	Incluye todas las acciones del proyecto donde los perfiles del suelo en los puntos previstos serán removidos. Entre las principales se destacan: movimiento de maquinaria, excavación, rehincho en las zanjas según sección transversal propuesta para los nuevos tramos a instalar. Demolición del pavimento, excavación y transporte de material donde se realizará la sustitución de los tramos deteriorados; nivelación y compactación. Finalmente se ejecutarán la construcción de registros e instalación del colector principal y subcolectores en todo el trazado definido por proyecto.
Funcionamiento	
Funcionamiento del sistema	Incluye el funcionamiento de la red instalada como sistema, con todos los elementos incluidos.

Sobre esta base es posible definir los impactos ambientales asociados a cada acción del proyecto como se detalla en la (tabla 40).

Tabla 40. Denominación de los impactos considerando las acciones del proyecto

Acciones	Factor del medio	Causa	Efecto	Impacto ambiental
Etapas de construcción y montaje				
<i>Acción 1:</i> Movimiento de tierra y remoción de capa vegetal	Suelo	Uso de equipos y maquinarias (retroexcavadora y zanjadora)	Eliminación de la capa vegetal y los horizontes del suelo.	1. Pérdida y contaminación del suelo.
	Geología (reservas naturales)		Consumo de combustibles fósiles.	2. Agotamiento de las reservas naturales.
	Paisaje		Modificación y cambio de percepción visual.	3. Alteración del paisaje.
	Aguas subterráneas		Modificación temporal del gradiente hidráulico.	4. Alteración del régimen natural de escurrimiento subterráneo.
	Atmósfera		Generación de emisiones gaseosas por la combustión en los vehículos, polvos en suspensión al remover el suelo y transportar escombros. Se percibirán también niveles de ruido que deben considerarse.	5. Deterioro de la calidad del aire.
	Flora y fauna		Perturbación de hábitad	6. Migración y muerte de ejemplares.

Tabla 40. (Cont...)

Acciones	Factor del medio	Causa	Efecto	Impacto ambiental
Funcionamiento del sistema				
<i>Acción 2:</i> Funciona- miento del sistema	Aguas terrestres y marinas	Funciona- miento del colector principal y sub-colectores	Colección y evacuación de aguas residuales.	7. Disminución de la contaminación de las aguas terrestres y marinas.
	Socioeconómico		Mejoras en la calidad del agua del río Luyanó y la bahía de La Habana.	8. Aportes a la economía regional.
			Disminución del índice de enfermedades por adecuada gestión de residuales.	9. Incremento de la calidad de vida de la población.

En la tabla anterior se observa la incidencia del proyecto sobre los elementos del medio donde los impactos son perceptibles, tangibles y cuantificables con facilidad. Finalmente se definieron:

1. Pérdida y contaminación del suelo.
2. Agotamiento de las reservas naturales.
3. Alteración del paisaje.
4. Alteración del regimen natural de escurrimiento subterráneo.
5. Deterioro de la calidad del aire.
6. Migración y muerte de ejemplares.
7. Disminución de la contaminación de las aguas terrestres y marinas.
8. Aportes a la economía regional.
9. Incremento de la calidad de vida de la población.

En el acápite IV.3 se describen los impactos que clasifican con mayor relevancia y que por su carácter deben considerarse.

IV.3 Descripción de los impactos ambientales

1. Pérdida y contaminación del suelo

Aunque la mayor parte del trazado está definido en zonas urbanas totalmente antropizadas, en algunos sectores (tramos al sur de la obra) se realizarán desbroce y remoción de la capa vegetal, por tanto el suelo perderá su condición natural como biotopo.

La pérdida del suelo se considera un impacto moderado considerando que se manifestará en algunos tramos y según proyecto por compensación se utilizará parte del material excavado en relleno y restitución de áreas que no incluyen obras civiles. Además en el área prevista para movimiento de tierra el suelo está inutilizado desde el punto de vista agroproductivo y alterado por el desarrollo urbano de la ciudad.

No obstante, se prevé la sustitución de 80,6km de tuberías en mal estado altamente deterioradas que generará volúmenes significativos de escombros y material terrígeno (puede estar contaminado) que no podrá usarse en los rellenos de las zanjas. El proyecto no tiene definido el sitio de disposición final, de colocarse en áreas no autorizadas se percibirán afectaciones sobre el suelo.

Por otra parte el suministro de combustible de las maquinarias y camiones de carga se efectuará según mecanismos establecidos por la entidad constructora, pero no se pueden descartar derrames accidentales de hidrocarburos que pueden contaminar pequeñas áreas del trazado.

Clasificación del impacto ambiental: directo, negativo, moderado.

Etapas en la que estará presente: construcción.

2. Agotamiento de reservas naturales

Para el funcionamiento de los equipos, maquinaria pesada y vehículos de transporte se prevé un consumo representativo de combustible fósil, considerado un recurso no renovable. Por tanto, la obra contribuirá en alguna medida al agotamiento de las reservas naturales.

Clasificación del impacto ambiental: directo, negativo, moderado.

Etapas en la que estará presente: construcción, montaje y funcionamiento.

3. Alteración del paisaje

Actualmente en el área de proyecto el paisaje natural ha sido desplazado por el urbanismo. Sin embargo debido al movimiento de tierra y construcción, se prevé una afectación de mediana magnitud e importancia, con una duración temporal debido al deterioro de la percepción visual en las áreas implicadas. Se producirá una disminución temporal de la calidad del paisaje durante la construcción a causa del movimiento constante de vehículos y maquinarias, actividades como la excavación, acumulación de material y depósito de escombros, de residuos y otros elementos generarán un efecto visual de desorden y falta de limpieza en las áreas a intervenir; esta afectación será temporal hasta que culmine el Proyecto considerando que en la etapa de funcionamiento la magnitud del impacto disminuya considerablemente porque al red es soterrada.

Clasificación del impacto ambiental: directo, negativo, moderado.

Etapas en la que estará presente: construcción.

4. Alteración del régimen natural de escurrimiento subterráneo

Se estima la construcción de 176 registros y excavaciones en zanja a una profundidad entre cuatro y cinco metros, por tanto, será evidente la alteración del régimen natural del escurrimiento subterráneo. Al operar en sectores donde existen sedimentos aluviales blandos se crea un efecto de barrera a los flujos subterráneos que puede alterar los niveles piezométricos y la trayectoria.

Este impacto se considera moderado teniendo en cuenta que en la zona no existe como tal una formación o cuenca subterránea por tanto el flujo no es representativo y mediano plazo el agua buscará nuevas vías para incorporarse al río.

Clasificación del impacto ambiental: directo, negativo, moderado.

Etapas en la que estará presente: construcción y montaje.

5. Deterioro de la calidad del aire

Emisiones gaseosas

Los valores de concentración obtenidos de los diferentes contaminantes atmosféricos muestreados (NO₂, CO, VOC, PM10 y PM2,5) de forma general se encuentran por debajo de los límites permisibles que estipula la Norma Cubana NC 1020:2014.

En cuanto a la concentración de los compuestos orgánicos volátiles (VOC) hubo transgresión de la norma en los puntos 5, 6, 8,10 y 14 (ver LBA).

Estuvieron asociados fundamentalmente a la gran acumulación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en varios contenedores emplazados en el área de estudio.

El ruido de tránsito es el sonido vinculado a fuentes del tránsito terrestre. Está compuesto por los ruidos de motores de vehículos, rodamientos, frenos, claxon, vibración de carrocerías y en general todo sonido asociado al desplazamiento mecánico o estacionamiento de vehículos.

Los niveles sonoros obtenidos se encuentran por encima de los niveles tolerables para el ruido de tránsito en áreas urbanizadas estables en el horario diurno en 4 de los 15 puntos monitoreados. Esto está fundamentado principalmente por el alto flujo vehicular existente en estas zonas y todo lo que genera, por esta razón el impacto se consideró moderado, la obra se insertará en un sitio ya antropizado y afectado por el ruido. Al comenzar los trabajos con la maquinaria pesada para abrir las zanjas en las calles y las otras operaciones, se incrementarán estos niveles sustancialmente.

Clasificación del impacto ambiental: directo, negativo, moderado.

Etapas en la que estará presente: construcción y montaje.

6. Migración y muerte de ejemplares

Los impactos que percibirán las especies de animales y plantas que habitan en el trazado y áreas vinculadas será mínimo, se usará una tecnología que no genera ruidos mayores de 85 dB. Por tanto, el desplazamiento de los ejemplares de la fauna por esta causa no será significativo. La microfauna del suelo desaparecerá en los primeros horizontes como en toda construcción.

Debe considerarse además que en escenarios urbanos la presencia de los viales y la infraestructura que conforma la ciudad ha provocado en los animales (aves, el grupo más representativo) una adaptación a ciertos niveles sonoros semejantes a los que generará la maquinaria pesada, por tanto la migración será temporal, los ejemplares volverán al sitio una vez concluidos los trabajos. Dentro del sector donde se realizará el movimiento de tierra y las excavaciones predomina el estrato herbáceo. La relación entre la biocenosis y el biotopo presentes se mantendrá sin influencias relevantes durante las etapas del proyecto.

Clasificación del impacto ambiental: directo, negativo, irrelevante.

Etapas en la que estará presente: construcción y montaje.

7. Disminución de la contaminación de las aguas terrestres y marinas

Una vez que culminen los trabajos esta obra se considera de significativa importancia. El saneamiento de la margen izquierda del río Luyanó mejorará la calidad del agua de esta corriente porque se disminuirá la carga contaminante que aporta el vertimiento de albañales crudos de la zona.

Actualmente la gestión de residuales líquidos no es eficiente en el sector evaluado, predominan las fosas y conexiones indebidas a los drenajes que tributan al río. El Luyanó es la corriente superficial que mayores cargas contaminantes aporta a la bahía de La Habana (afecta la calidad ambiental) y por tanto, contribuye al deterioro del ecosistema marino. El cauce en varios puntos recibe el vertimiento directo de albañales porque los colectores instalados están deteriorados y no tienen la capacidad de servicio necesaria para una población en crecimiento.

Al instalar nueve subcolectores que evacuarán los residuales hacia el colector principal, con diámetros entre 250 y 1200mm se solucionará el problema facilitando el avance del Desarrollo socio-económico previsto en esa zona. El sistema como un todo asimilará los nuevos caudales generados por el crecimiento poblacional asociado a la cuenca de este río.

Clasificación del impacto ambiental: directo, positivo, relevante.

Etapas en la que estará presente: funcionamiento del sistema.

8. Aportes a la economía regional

Se estima una inversión millonaria y aunque no se ha calculado hasta la fecha el aporte económico específico al instalar el sistema, varias entidades se beneficiarán con la obra, inversiones que mas tarde se traducirán en mejoras en los servicios de las empresas beneficiadas. Al coleccionar, evacuar y disponer adecuadamente el volumen de residuales líquidos generado por la población y las industrias del área definida, disminuye la carga contaminante que se vierte a la bahía y se mejora la calidad del agua marina. Proporcionalmente esto facilitará un desarrollo constante en la Avenida del Puerto donde se prevé atraquen 10 cruceros y la construcción de varias instalaciones que conformarán una infraestructura acogedora. En los estudios preliminares y permisología necesaria se beneficiarán las entidades: GEOCUBA, CITMA, IPF. La Empresa Aguas de La Habana será el administrador y se beneficiarán con equipamientos y medios, las empresas constructoras: Empresa Constructora de obras de Ingeniería (ECOING) 25 y la Empresa de Mantenimiento y Reparación de obras Hidráulicas de Occidente (EMAROH).

Clasificación del impacto ambiental: directo, positivo, relevante.

Etapas en la que estará presente: funcionamiento del sistema.

9. Incremento de la calidad de vida de la población

De manera directa al efectuar el saneamiento de la margen izquierda del río, la presencia de vectores y exposición a malos olores se reducirá, disminuyendo de esta manera las enfermedades causadas por las deficiencias en el sistema de alcantarillado actual que provocaban malas condiciones higiénico-sanitarias, producto a las frecuentes inundaciones que generan el colapso de la red al mezclarse las aguas residuales con las pluviales y en algunos puntos del sistema de acueducto podían contaminarse representando un riesgo de ingestión de aguas no aptas para el consumo humano.

La nueva red a instalar impactará directamente de manera positiva sobre la calidad de vida no solo de los habaneros, todo el visitante foráneo recibirá los beneficios cuando la bahía esté apta para incrementar el desarrollo previsto. En todas las etapas: construcción, montaje y funcionamiento constituirá una fuente de empleos temporal que será movida según corresponda.

Clasificación del impacto ambiental: directo, positivo, alto.

Etapas en la que estará presente: funcionamiento.

La descripción anterior se realizó utilizando una versión modificada de la matriz de Leopold usada en países de Suramérica en la última década y en la que se incluyeron criterios del equipo ejecutor. En la tabla 41 se describen los ítems de calificación y sus valores respectivos.

Tabla 41. Criterios cuantitativos para la obtención de la magnitud del impacto ambiental.

Carácter (CR)		Intensidad (I)		Extensión (E)		Posibilidad de Ocurrencia (PO)	
Positivo	+	Alta	10	Regional	10	Alta	10
Negativo	-	Media	8	Local	8	Probable	8
		Baja	6	Puntual	6	Poco probable	6

Tabla 41. (Cont...)

Duración (DR)		Reversibilidad (RV)		Importancia del recurso natural (IR)		Incidencia (IC)	
Permanente	10	Irreversible	10	Alta	10	Directa	10
Temporal	8	Largo plazo	8	Media	8	Indirecta	8
Fugaz	6	Mediano plazo	6	Baja	6		
		Corto plazo	4				

Fuente: matriz de Leopold modificada. Versión DEMA 2021

En cada caso se consideraron los siguientes criterios.

Carácter: negativo y positivo, asociados a daños o beneficios de la obra al medio.

Intensidad: Alta (afectación representativa que puede destruir el o los factores del medio implicados). Media (alteración notoria que puede debilitar el o los factores del medio implicados). Baja (pequeña alteración que no produce afectaciones significativas sobre el o los factores del medio implicados).

Extensión: área o territorio involucrado (clasificado como: regional (provincia), local (municipio), puntual (área limitada)).

Posibilidad de Ocurrencia entendida como la probabilidad de que los impactos se manifiesten. Clasificado como: Alta, probable, poco probable).

Duración: clasificado como: permanente (duradera en todas las etapas del proyecto); temporal (se manifiesta durante una sola etapa del proyecto); fugaz (puede culminar antes de terminar la etapa donde se manifiesta).

Reversibilidad: Irreversible (el medio no recuperará nunca la condición natural). En el resto de las categorías el medio recupera la condición natural con o sin la intervención humana a largo, mediano o corto plazo.

Importancia del recurso natural: alta, media o baja de acuerdo a la importancia del recurso natural en el área evaluada.

Incidencia (IC): incidencia del impacto sobre el medio. De manera directa, o indirecta cuando después de la ocurrencia de algunos procesos intermedios se observa la afectación.

Una vez conocidos los indicativos y el valor de cada uno de ellos sobre los efectos ambientales que se producen en las diferentes etapas del proyecto, se determina la magnitud del impacto (M) al sumar el valor de los indicativos para cada aspecto. Obtenida esta suma, se procedió a la determinación de la magnitud del impacto considerando la clasificación siguiente:

Tabla 42. Magnitud del impacto ambiental.

MAGNITUD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES			
Tonalidad según magnitud	Valor	Clasificación impactos negativos	Clasificación impactos positivos
	62-68	Crítico	Relevante
	56-60	Severo	Alto
	50-54	Moderado	Medio
	42-48	Irrelevante	Bajo
$M = CR + I + E + PO + DR + RV + IR + IC$			

Fuente: matriz de Leopold modificada. Versión DEMA 2021

Tabla 43. Evaluación de los impactos ambientales.

COMPONENTE SOCIO-AMBIENTAL		Carácter (CR)	Intensidad (I)	Extensión (E)	de Posibilidad Ocurrencia (PO)	Duración (DR)	Reversibilidad (RV)	del Importancia recurso (IR)	Incidencia (IC)	Valor de M	Magnitud del Impacto (M)	Carácter (CR)	Intensidad (I)	Extensión (E)	de Posibilidad Ocurrencia (PO)	Duración (DR)	Reversibilidad (RV)	del Importancia recurso (IR)	Incidencia (IC)	Valor de M	Magnitud del Impacto (M)	
		Construcción y montaje										Funcionamiento del sistema										
Suelo	Pérdida y contaminación del suelo.	-	8	6	8	8	10	4	10	54	Moderado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geología	Agotamiento de las reservas naturales.	-	8	6	8	8	10	8	8	56	Moderado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paisaje	Alteración del paisaje.	-	6	6	8	8	8	8	10	54	Moderado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aguas subterráneas	Alteración del regimen natural de escurrimiento subterráneo.	-	6	6	8	8	4	6	8	46	Irrelevante	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atmósfera	Deterioro de la calidad del aire.	-	8	6	8	8	4	8	10	52	Moderado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flora y fauna	Migración y muerte de ejemplares	-	6	6	8	8	4	6	10	48	Irrelevante											
Aguas terrestres y marinas	Disminución de la contaminación de las aguas terrestres y marinas.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	10	10	10	10	6	10	10	66	Relevante	
Socio-economía	Aportes a la economía nacional y regional.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	10	10	10	10	8	10	10	68	Relevante	
	Incremento de la calidad de vida de la población.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	10	10	10	10	8	10	10	68	Relevante	

En la matriz que se muestra en la tabla 43 se identifican finalmente cinco impactos negativos clasificados como moderados y uno irrelevante, por otra parte tres positivos relevantes. Cuantitativamente y por la importancia de las reservas de combustibles fósiles en Cuba y el mundo este impacto ostenta el mayor valor porque de manera irreversible no se podrán recuperar los volúmenes utilizados.

Las afectaciones sobre el suelo, el paisaje, las aguas subterráneas, la fauna y la atmósfera muestran menor importancia como recursos naturales por el nivel de antropización existente en el trazado definido. Los tres positivos demuestran la factibilidad ambiental de esta obra, al disminuir la carga contaminante que se incorpora al río Luyanó mejora la calidad del agua, simultáneamente la calidad de vida de la población y se contribuye al desarrollo sostenible en la Habana.

En resumen dentro del ecosistema se definieron como elementos más importantes, la bahía, el río y el medio socioeconómico que incluye la calidad de vida de los humanos. En el gráfico de la figura 57 se exponen los detalles obtenidos en la matriz.

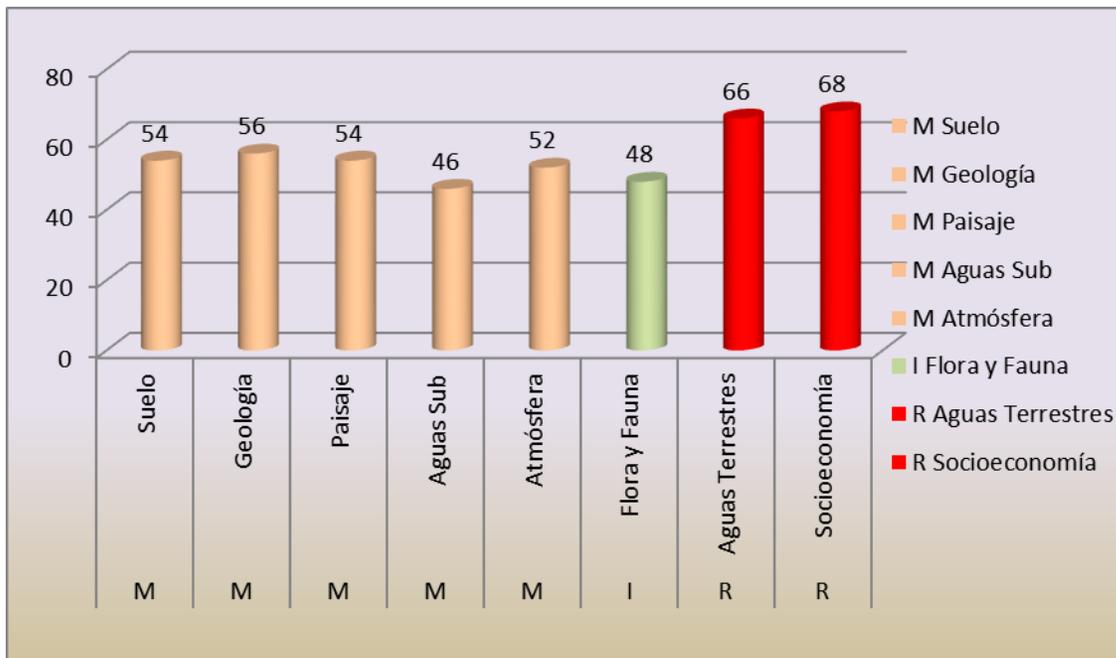


Fig 59. Clasificación de los impactos ambientales generados por el sistema de alcantarillado.

El programa de acción que incluye el EIA recomienda algunas acciones que orientarán al inversionista para mitigar los impactos identificados, siempre con el objetivo de mejorar la gestión ambiental en las etapas del proyecto.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL

III.1 Historia de las transformaciones ambientales

El de 30 de marzo de 1895 el señor Michael J. Dady, contratista de Nueva York presentó a la municipalidad de La Habana un proyecto para la construcción de un sistema de alcantarillado lo que constituía una necesidad imperiosa, dada las malas condiciones higiénicas de la ciudad y el avance en los principios sanitarios de la época.

Proponía el señor Dady un sistema que en algunas partes de la población unía los pluviales con los albañales y en otro los separaba. Este proyecto fue tomado en consideración por la Municipalidad de La Habana, pero no se ejecutó por su notoria deficiencia.

El teniente Barden, del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, que era el ingeniero en jefe de la Ciudad de La Habana tuvo a su cargos la preparación de los planos de detalles y el pliego de condiciones. En su informe el ingeniero Barden manifestaba que la principal dificultad confrontada había sido la falta de datos. Los mapas de la ciudad eran incompletos y a pequeña escala, por lo que fue necesario entre abril y agosto de 1899 correr los niveles, colocar monumentos sólidos bajo la superficie del terreno en lugares prominentes y con dichos datos confeccionar un plano de toda la ciudad.

Se hicieron estudios para determinar la dirección y velocidad de los vientos predominantes y también del nivel de la marea baja; con flotadores se obtuvo la velocidad de las corrientes marinas frente al litoral y en la bahía. Sobre el volumen de las precipitaciones se contó con un cuidadoso registro meteorológico que había sido llevado por algunos años por los padres del Convento de Belén.



Fig. 8 Ejecución de las obras a principio del siglo XX

En el pliego de condiciones se estableció que las aguas de albañal no se podrían descargar a la bahía ni a la costa en ningún punto donde estuvieran expuestas a ser arrojadas hacia la orilla, cerca de los cerros de la población.

Al terminarse estas investigaciones preliminares se contrataron los servicios del señor D.E. Mc. Comb. Superintendente de cloacas de Washington DC, como ingeniero consultor quien llegó a La Habana el 17 de julio de 1899 y dedicó cuatro meses a la investigación y preparación de su informe que presentó en noviembre y proveía cloacas en todas las zonas construidas de la ciudad, incluyendo el Cerro, Jesús del Monte y Vedado. El Señor Mc Comb propuso un sistema con compuertas de derrames, de forma que permitía pasar a la estación de bombeo la descarga normal de aguas de albañales y descargaba a la bahía o al mar el exceso de aguas pluviales mezcladas con aguas de albañales después de un aguacero. Los albañales se reunían en un punto cerca de la entrada de la bahía, llevada a través de esta.

El informe de Mc Comb fue sometido al criterio de Samuel M. Gray, una autoridad en materia de cloacas en Estados Unidos, quien llegó a La Habana el 18 de diciembre de 1899 e hizo un cuidadoso estudio y emitió su informe definitivo el 5 de junio de 1900, acompañándolo de planos y presupuesto mostrando los caracteres generales del sistema de cloacas y drenes.

Propuso la utilización de tubos vitrificados para todas las cloacas y drenes para aguas pluviales desde 200 hasta 500 mm de diámetro; los tamaños desde 600 hasta 750 mm de diámetro se haría de una

hilera sola de ladrillos y tamaños más grandes serían de hormigón con una hilera de ladrillo vitrificadas en las invertidas. No se debían usar tubos de menos de 150 mm de diámetro en el sistema de cloacas ni menos de 300 mm de diámetros en los drenes. Las conexiones a las casas debían hacerse con tubos de 150 mm.

Las cloacas sanitarias debían hacerse a 1,80 m bajo la rasante de la calle, aunque en algunos casos se preveía que tendrían que hacerse a más profundidad para obtener la pendiente necesaria y dar la debida velocidad a las aguas albañales. La parte superior de los drenes debían colocarse a 0,9 m bajo la rasante de la calle, excepto para obtener la pendiente necesaria.

En este informe se denomina cloacas a las alcantarillas que conducen las aguas de los inodoros, urinarios, bañaderas, fregaderos, lavaderos y demás instalaciones sanitarias y las descargas de industrias, mataderos, establos y otros edificios, a las que genéricamente se denominaban aguas de albañal. Se llaman drenes a las alcantarillas que conducen las aguas pluviales recogidas en las azoteas, tejados, patios, parques, calles y en el terreno en general.

Las obras se ejecutaron bajo la dirección de los ingenieros jefes David E. Mc. Comb, del 29 de junio de 1908 a enero de 1912; José Manuel Babé, del 11 de enero de 1912 al 6 de febrero de 1912, y Alberto M. Brosius, del 6 de febrero de 1912 al 26 de agosto de 1914.

Las obras comenzaron por una cloaca de 18 pulgadas en la calle San Lázaro entre el arroyo Pastrana y la calle de Concepción en Lawton.

El sistema presenta un claro deterioro por tener más de una centuria de explotación, unido a las diversas conexiones cruzadas (ilegales) instaladas a la red de drenaje, aportando un flujo adicional de agua residual que contribuye al deterioro de los niveles de carga contaminante que tributan a la bahía en detrimento de las condiciones ambientales de los ecosistemas del territorio.

En marzo del 2002, la Agencia de Colaboración Internacional del Japón (JICA, por sus siglas en inglés), desarrolló un estudio donde consideran un grupo de acciones correctivas al Sistema de Alcantarillado Central de La Habana, conformado por dos Colectores Principales: el Marginal del Norte y el Marginal del Sur, los cuales descargan ambos sus residuales en el pozo húmedo de la Estación de Bombeo de Casablanca, de donde son impulsadas hasta el emisario Submarino ubicado en la Playa El Chivo, a través del cual son dispuestas a 147 metros de la costa, a una profundidad de 11 metros.

Los resultados de este estudio, fueron resumidos en un plan maestro hasta el año 2020, y se enfocó en dos aspectos fundamentales: mejorar el sistema de alcantarillado existente y desarrollar un nuevo sistema de alcantarillado con nuevas redes de colectores principales y secundarios, así como estaciones de bombeo, planta de tratamiento y emisario que permita el saneamiento para la población circundante a la bahía y por ende a la propia Bahía de la Habana.

III.2 Caracterización del medio físico

III.2.1 Geología

La geología constituye uno de los elementos principales del medio físico, la naturaleza de las formaciones presentes y su estructura, ejercen un determinado control en las características físico-geográficas de la región entre los que se encuentran la red de drenaje con su configuración y densidad; las características del relieve, formas y distribución; así como la potencialidad para la existencia de diferentes recursos naturales presentes.

Este control también está dado en la existencia y desarrollo de determinados procesos físico-geológicos, que, bajo circunstancias naturales por el efecto de fenómenos naturales o la propia

actividad del hombre, pueden desencadenarse como eventos peligrosos y crear situaciones con un determinado nivel de riesgo.

Historia geológica.

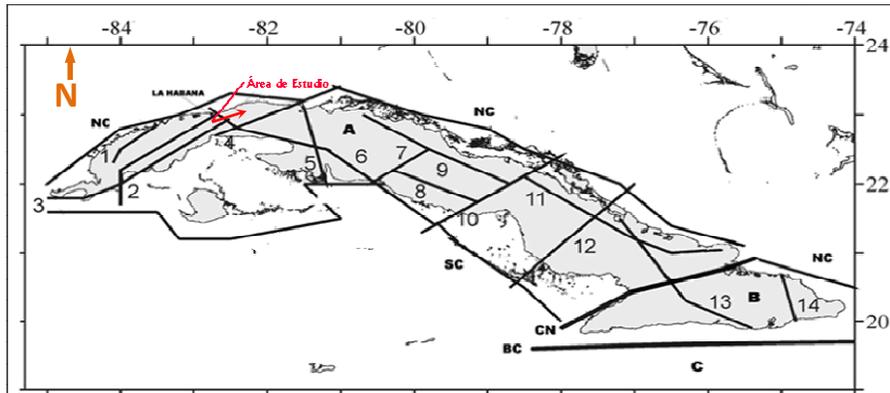
En Cuba se pueden reconocer dos niveles estructurales: el substrato plegado y el neoaútóctono. El substrato plegado tiene una complicada estructura interna y comprende los complejos litológicos desarrollados o depositados durante las etapas preorogénica y orogénica de la evolución geológica cubana.

La región de estudio se encuentra formando parte de la región Habana-Matanzas, región en la cual el substrato plegado está constituido por el arco volcánico cretácico, el complejo ofiolítico, el paleomargen continental, la plataforma, el complejo orogénico de la primera fase tectónica y las cuencas superpuestas (cuencas pasivas transportadas y cuencas frontales de colisión) de la fase.

En el territorio que ocupan estas provincias (La Habana y Matanzas) se manifiestan bloques levantados y braquioplicados de diferentes órdenes, generados durante la etapa neoplatafórmica o postorogénica del desarrollo geológico que comenzó aquí a partir del Eoceno Inferior parte alta, época durante la cual se depositó una cobertura carbonatada. En los núcleos de tales estructuras se exponen diferentes componentes de los complejos preorogénicos y orogénicos, muchas veces formando escamas tectónicas imbricadas.

Tectónica

En el territorio aparecen expuestos diferentes bloques, conformados y elevados durante el intenso desmembramiento tectónico que sufrió la región en la etapa neoplatafórmica del desarrollo geológico, debido a una intensificación de los movimientos tectónicos oscilatorios que también originó fallas de consideración.



Fallas activas de Cuba (según Cotilla et al., 1991a). Se representan 1- las Unidades Sismotectónicas (A: Occidental, B: Oriental, C: Suroriental); 2- las fallas (1: Consolación del Norte, 2: Pinar, 3: Guane, 4: Hicacos, 5: Cochinos, 6: Habana-Cienfuegos, 7: Cienfuegos-Santa Clara, 8: Tuinicú, 9: Las Villas, 10: La Trocha, 11: Cubitas, 12: Camagüey, 13: Baconao, 14: Purial; BC: Bartlett-Caimán, CN: Cauto-Nipe, NC:

Fig.9 Fallas más importantes según la tectónica de Cuba. Fuente: CENAI

Este tectonismo parece haberse sostenido durante un lapso de tiempo bastante amplio (Piotrowska, 1986). Al parecer, los depósitos del Mioceno Superior, pliocénicos y cuaternarios, no fueron afectados por esta actividad tectónica.

Para la caracterización de la tectónica de la región Habana-Matanzas se ha tenido en consideración la existencia de dos niveles estructurales principales en el desarrollo geológico del territorio cubano: el cinturón plegado y la neoplataforma. De manera

general todos los complejos preorogénicos y orogénicos aparecen expuestos en el territorio en diferentes bloques, conformados y elevados durante el intenso desmembramiento tectónico que sufrió la región durante la etapa neoplatafórmica del desarrollo geológico, debido a una intensificación de los movimientos tectónicos oscilatorios que también originó fallas de consideración.

Este tectonismo parece haberse sostenido durante un lapso de tiempo bastante amplio. Los depósitos del Mioceno Superior, pliocénicos y cuaternarios (estos son los que constituyen la mayor parte del área

de estudio), no fueron afectados por esta actividad tectónica. En la figura 9, se observan las fallas activas de Cuba. Siendo las más importantes para nuestra zona de estudio las siguientes fallas:

1. Falla Pinar
2. Falla Guane
3. Falla Cochinos
4. Falla Hicacos
5. Falla Habana-Cienfuegos
6. Falla Nortecubana

✚ Descripción Litológica de las formaciones geológicas del área.

A partir de la revisión bibliográfica (Mapa Geológico de Cuba 1: 100 000, colectivo de autores año 2000 y Léxico Estratigráfico del Instituto de Geología y Paleontología (IGP) (figura 10), desde el punto de vista geológico en el área de estudio afloran un complejo de rocas carbonatadas de origen biogénico, cuyas características litológicas, edad, ambiente de sedimentación y espesor se reflejan a continuación, dada la importancia que para este estudio representa, ya que no se dispone de un estudio ingeniero-geológico ni geotécnico detallado del área.

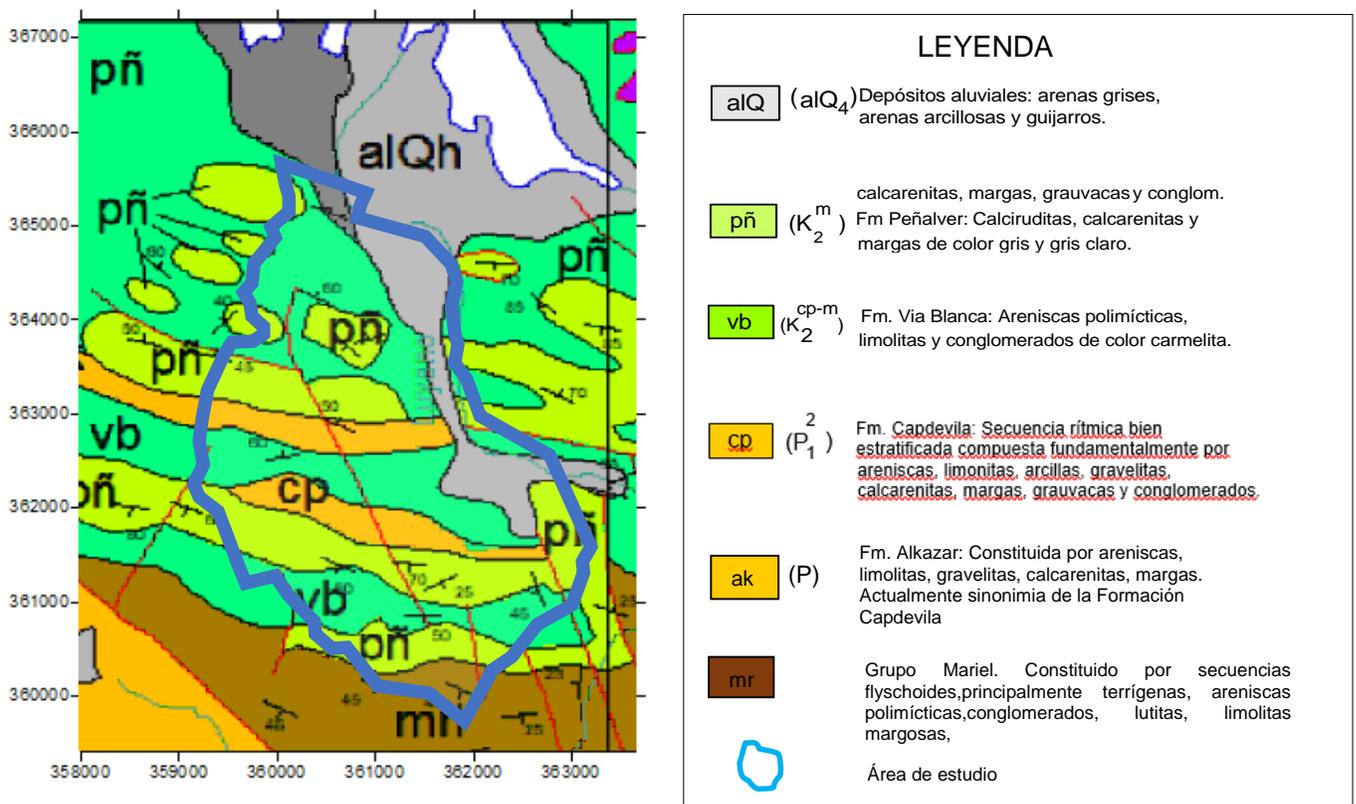


Fig. 10 Mapa geológico del área donde se ubican las instalaciones. Fuente IGP

El área la constituyen varias Formaciones geológicas que se describen a continuación:

Sedimentos friables aluviales (alQh): Compuestos por arcillas arenosas, arenas arcillosas y gravas arenosas (con alto contenido de materia orgánica), que entran en la constitución de las terrazas inferiores de los ríos, representados en las zonas bajas pantanosas, situadas en los alrededores de la Bahía de La Habana y el proceso de formación de los sedimentos multigenéticos es muy complejo, así como el área de distribución de los mismos, que es irregular sin límites precisos.

Capdevila, Formación (cp)

Litología diagnóstica: Areniscas, limolitas, arcillas, gravelitas, calcarenitas, margas, calizas, grauvacas y conglomerados. Sus depósitos están bien estratificados.

Edad: Eoceno Inferior parte baja.

Ambiente de sedimentación: Se depositó en aguas profundas, originándose un típico flysch vinculado a movimientos tectónicos periódicos en la fuente de aporte de los sedimentos.

Espesor: Oscila entre 200 y 400 m.

Unidad principal: Gr. Marie! (mrl): Constituido por secuencias flyschoides, principalmente terrígenas, areniscas polimícticas, conglomerados, lutitas, limolitas margosas, margas, calizas biógenas y calcarenitas.

Formación Alkazar (ak): Constituida por areniscas, limolitas, gravelitas, calcarenitas, margas. Actualmente sinonimia de la Formación Capdevila. (P₁-)

Peñalver, Formación (pñ)

Litología diagnóstica: Secuencia clástico- calcárea, que varía desde gravelitas de grano grueso (parte baja) hasta calcilutitas de grano muy fino (parte alta). El material clástico es en gran parte carbonatado y organógeno y en menor cantidad ígneo.

Edad: Cretácico Superior (Maestrichtiano Superior).

Ambiente de sedimentación: Se depositó en una cuenca marina subsidente no compensada.

Espesor: Oscila entre 20 y 150 m.

Vía Blanca, Formación. (vb)

Litología diagnóstica: Secuencia flyschoides constituida por argilitas, limolitas, areniscas, calcarenitas, conglomerados poli-mícticos, de matriz de arenisca y arcillo-arenosa, margas, calizas detríticas, arcillas y tufitas. En algunas regiones se desarrollan paquetes olistostrómicos policomponentes.

Edad: Cretácico Superior (Campaniano Superior- Maestrichtiano Inferior).

Ambiente de sedimentación: Se depositó en un ambiente inestable, en una cuenca marina de mediana profundidad.

Espesor: Oscila entre 500 y 800 m.

La deposición de la Formación Vía Blanca ocurrió sin dudas en un ambiente marino a profundidades mayores de 600 metros, el cual se encontraba en la base del talud insular contiguo a una plataforma submarina litoral.

III.2.2 Geomorfología

La geomorfología es una rama de la geografía y de la geología que tiene como objetivo el estudio de las formas de la superficie terrestre enfocado en describir, entender su génesis y su actual comportamiento. Aporta información básica para el conocimiento del territorio en relación con las actividades del hombre y puede ayudar a la definición del potencial y de las limitaciones que se derivan de dichas formas.

La geomorfología, en áreas o zonas urbanizadas o antropizadas como es el caso que nos ocupa; describe y analiza, la relación entre el relieve natural y las transformaciones que le infiere el hombre.

A estos espacios geográficos también se le ha denominado relieve transformado, ya que el humano construye sobre el relieve natural, variando su modelado original. En ocasiones, respetando este modelado y manteniendo su morfología natural, y en otros casos alterándolo en alguna medida.

- ✚ *Relieve, incluyendo el análisis de pendientes según rangos y su distribución porcentual. Unidades geomorfológicas.*

El relieve en la zona se encuentra enmarcado dentro de la región geomorfológica de Elevaciones Septentrionales. En la provincia de La Habana el relieve, presenta condiciones total y parcialmente transformado.

De acuerdo a este autor, se reconocen relieves correspondientes a los pisos altitudinales de las llanuras en todas sus categorías altimétricas, con alturas entre los 100 y los 120 m y los pisos altitudinales correspondientes a las alturas medias y grandes, con alturas de hasta los 200 m, de acuerdo con la clasificación de los pisos altitudinales reconocidos para el país por Magas et, al (1986)

Esta altimetría y en específico el relieve de llanura, y la urbanización sufrida en el territorio, que ha transformado el relieve, favorece a que en ella ocurran las inundaciones terrestres. El otro tipo de relieve, el de las alturas, funciona como la principal zona de alimentación mediante el escurrimiento superficial hacia los tipos del relieve más bajos de las llanuras, donde si ocurren las inundaciones. Quedando de esta manera bien definidas dos unidades principales del relieve, una inferior donde ocurre la inundación y una superior de alimentación hidrológica.

El relieve del área yace sobre alturas que oscilan en un intervalo entre 4-80 metros SNMM, presenta un relieve bajo y llano hacia su parte norte, interrumpido hacia el sur por varias elevaciones con suaves laderas (figura 11).

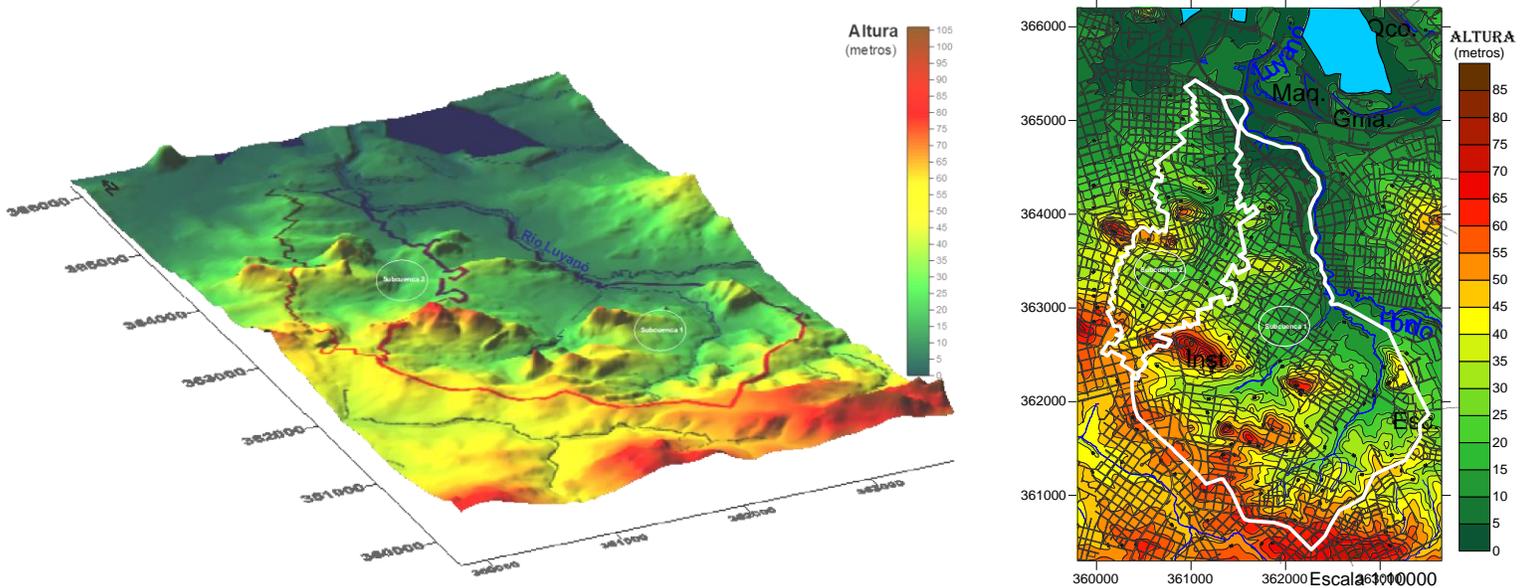


Fig.11 Distribución de las alturas en las áreas de las instalaciones. Fuente: Equipo ejecutor

En esencia sí se hace una reconstrucción general de lo que fue el relieve original, se pueden identificar los siguientes tipos de relieve:

- Relieve litoral constituido por depósitos marinos con espesores variables, desarrollados sobre las calizas coralinas del cuaternario, referidas a la formación Jaimanitas, de edad pleistoceno.
- Relieve parcialmente cenagoso formado por las desembocaduras de los ríos que vierten en la cuenca de la Bahía de la Habana, principalmente el Luyanó, cuyos afluentes corren por el área en estudio.

Estos dos tipos del relieve están modelados sobre el piso morfoestructural de la cobertura neoauctóctona y del plioceno.

- Relieve de llanura baja plana algo colinosa fluvial – erosiva acumulativa, que ocupa el territorio referido a la formación Vía Blanca y que morfoestructuralmente, se corresponde con una zona modelada sobre el zócalo plegado del piso morfoestructural del basamento plegado de Cuba.

Sobre este relieve se encuentran depósitos deluviales, de composición arcillosa y arenosa.

Pendientes del Terreno.

La pendiente del terreno -en grados- es uno de los factores que más influye en el anegamiento de un terreno. Generalmente un terreno con una pendiente alta no se inundará debido a la rápida evacuación de las aguas superficiales a lugares con menor pendiente. Sin embargo, no tiene la misma capacidad de infiltración igual pendiente en presencia o ausencia de litología carbonatada, por tal motivo se hizo la categorización atendiendo a esta característica, como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Intensidad orientativa de los procesos exógenos en complejos de rocas carbonatadas y terrígeno-carbonatadas

Intervalos de las pendientes (en grados)	Procesos exógenos y el escurrimiento superficial	OBSERVACIONES
0-3 3-5	Denudativos - corrosivos y fluviales episódicos y estacionales	La arroyada se concentra. La infiltración es importante Eskurrimiento superficial nulo Solo actúa en épocas de fuertes lluvias y en sectores localizados
5-10	Denudativos – corrosivos – fluviales y erosivos de pendiente	La infiltración es muy importante La arroyada siempre es importante y permanente en los cauces la red fluvial
Mayores de 10	Erosivos – denudativos, corrosivos y procesos de pendientes moderados	La infiltración es muy importante El escurrimiento superficial es nulo y en los cauces de la red fluvial

Fuente: Guerra Oliva, Mario, (2002) Tabla modificada.

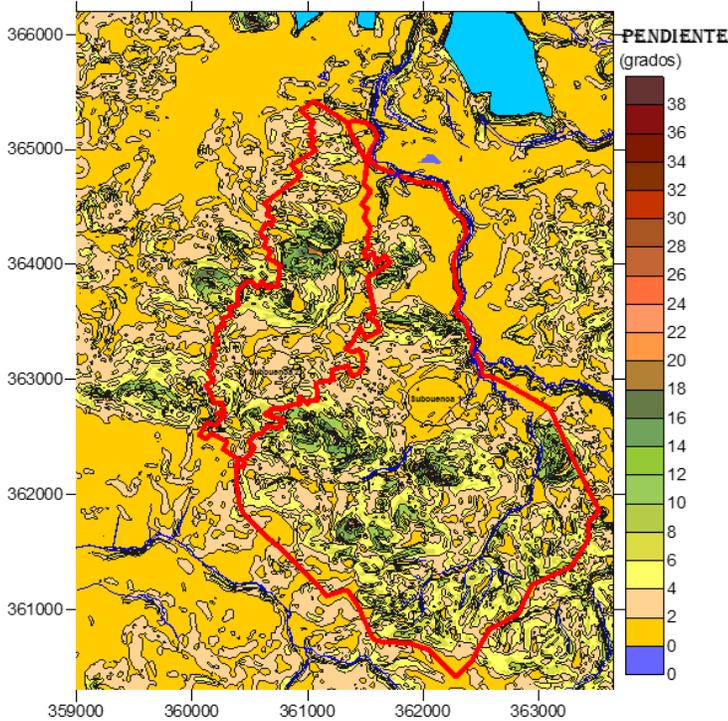


Fig. 12 Distribución de la pendiente en el área de estudio.
Escala 1:10000. Fuente: Equipo ejecutor

En la figura 12 se observa que en el área de estudio, la pendiente está ampliamente distribuida en diferentes grados. En el intervalo comprendido entre 0 y 5 grados existe un pobre escurrimiento superficial, lo que condiciona la permanencia de una lámina de agua en los territorios que poseen este tipo de pendientes. Mientras en los territorios con pendientes comprendidas entre 5 y 10 grados de inclinación la inundación se concentra mucho más en el plano de inundación de las corrientes fluviales superficiales.

Las pendientes mayores de 10 grados de inclinación, los procesos exógenos son erosivo-denudativos con procesos de pendientes que pueden llegar a intensos, donde el escurrimiento superficial es permanente en los cauces de las corrientes fluviales superficiales y en las arroyadas en presencia de lluvias (tabla 12).

de los procesos geomorfológicos exógenos.

Tabla 12. Tipos e intensidades orientativas

Grados de inclinación de las laderas	Grupo I Rocas ígneas extrusivas, metamórficas y sedimentarias, altamente susceptibles	Grupo II Rocas ígneas extrusivas moderadamente susceptibles	Grupo III Depósitos aluviales de los valles inferiores y esencialmente de los cauces fluviales.	Grupo IV Depósitos de zonas deprimidas planas, en cuencas endorreicas.
Mayores de 10°	Desde procesos erosivos moderados y denudativos (laminares) muy intensos a procesos de remoción en masa y erosivos extremadamente intensos.	Desde procesos erosivos débiles y denudativos (laminares) intensos a procesos de remoción en masa y erosivos muy intensos	Desde procesos fluviales erosivos de cauce moderados y acumulativos débiles a extremadamente intensos	-
5° - 10°	Procesos erosivos débiles y denudativos (laminares) intensos.	Procesos erosivos moderados y denudativos (laminares) moderados.	Procesos fluviales erosivo -acumulativos, moderados.	-
3° - 5°	Procesos denudativos (laminares) moderados.	Procesos denudativos (laminares) débiles.	Procesos fluviales acumulativos de cauce y de llanura, intensos.	-
0° - 3°	Procesos denudativos (laminares) débiles.	Procesos denudativos (laminares) muy débiles.	Procesos fluviales acumulativos de cauce y de llanura, muy intensos.	Procesos lacustres y biogénicos acumulativos, muy intensos.

Fuente: Santana José Ramón (2005). Tabla modificada.

III.2.3 Condiciones sísmicas

✚ Caracterización de la sismicidad de la región

Ambiente sismo tectónico general del territorio de Cuba

El territorio de Cuba forma parte de la región del Caribe, una de las más controvertidas regiones del mundo, por su compleja situación geodinámica. La posición de Cuba relativa a las placas de Norteamérica y el Caribe, determina la presencia en su territorio de dos provincias sismo tectónicas bien definidas, la que comprende a la zona de entre placas en Cuba Sur Oriental, caracterizada por una mayor frecuencia de ocurrencia de sismos de magnitudes grandes ($M > 7,5$), y la que comprende a la zona de interior de placas en el interior de la isla. Esta última se caracteriza por presentar una baja sismicidad, donde se distinguen por lo general, breves intervalos de actividad, que alternan con prolongados períodos de calma, de decenas e incluso cientos de años de duración.

Las magnitudes máximas observadas de los terremotos, no han sobrepasado en esta zona, el valor 6,2 en la escala de Richter. Ninguna región del país, ha estado exenta de la ocurrencia de estos fenómenos telúricos. Sin embargo, se debe señalar que en el territorio de la actual provincia de Santiago de Cuba es donde se ha reportado el mayor número de sismos (22), con intensidades iguales o mayores que VII grados en la escala MSK y aceleraciones iguales o mayores que $0,3 \cdot 9,8m/s^2$ (figura 6); datos aportados por el CENAIIS.

La ausencia o el escaso número de estaciones sismológicas, en las zonas de baja actividad sísmica de Cuba, complica aún más la situación, por lo que se emplean métodos indirectos, basados en el análisis de la información geológica, geofísica y geodésica para la delimitación de las zonas sismo génicas y las fuentes sísmicas, así como, para la determinación de los terremotos máximos posibles que pueden generar dichas zonas. La red de estaciones del Servicio Sismológico Nacional registró un total de 2442 eventos sísmicos, de los cuales 1625 pertenecen al territorio nacional y de ellos 13 resultaron perceptibles. Como se puede observar en la figura 13, esta sismicidad ha sido significativa en la región oriental, pero no ha dejado de estar presente en todo el territorio nacional.

Si se incluye en la valoración los terremotos fuertes conocidos y sus áreas pleistósísticas, o sea hasta la distancia máxima en que se reportaron perceptibles, entonces se observa que en las zonas aledañas a los sitios donde se han presentado epicentros de terremotos fuertes también, aunque en menor escala, han sido señaladas las correspondientes afectaciones.

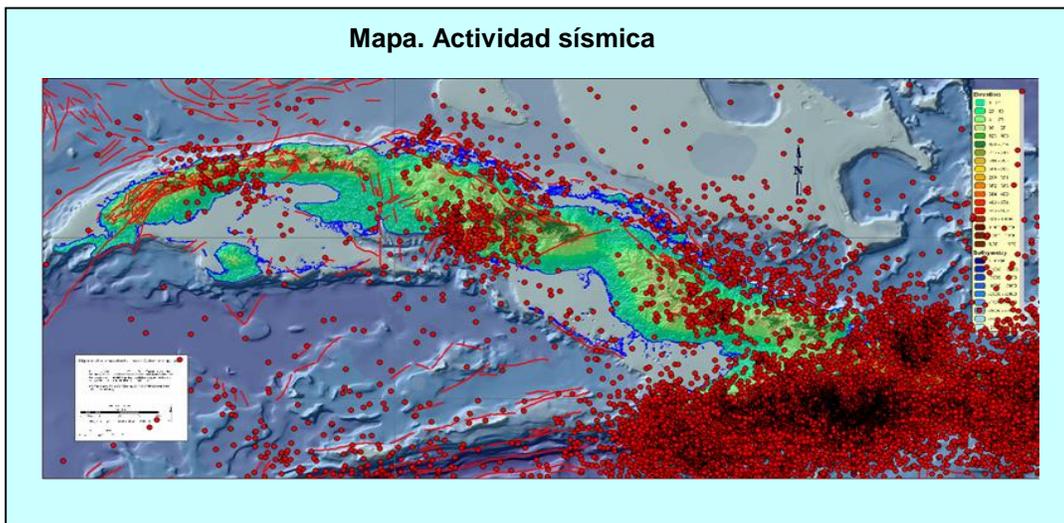


Fig. 13 Mapa de sismos registrados en el territorio nacional registrados por el Servicio Sismológico Nacional de Cuba, período 1965 – 2016. Fuente: Enrique Arango CENAIIS
Grupo Empresarial Geocuba.....División de Estudios Medio Ambientales

Evaluación de peligros geotécnicos potenciales

La metodología utilizada en Cuba para la estimación del peligro sísmico y la confección de mapas de zonificación sísmica (Z.S) consta de las etapas siguientes:

1. Análisis de la sismicidad y el régimen sísmico.
2. Delimitación de las zonas sismogénicas y fuentes sísmicas con la definición de sus parámetros fundamentales, entre los que se destaca, el valor de la magnitud del terremoto máximo asociado $M_{máx}$.
3. Determinación de las funciones de atenuación de los movimientos fuertes
4. Aplicación de algoritmos para el cálculo del peligro, basados en enfoques determinísticos y probabilísticos.

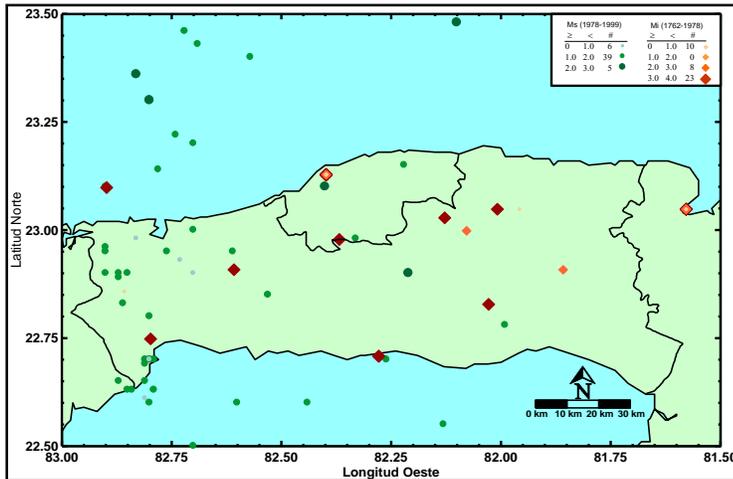


Fig.14 Mapa de Epicentros de Sismos de las Provincias Habaneras. Fuente: CENAI

El área de estudio se encuentra en la provincia de la Habana, en la región occidental del país, la cual ha sido categorizada como una zona de interior de placas, que se caracteriza por una tasa anual de ocurrencia de terremotos muy baja a lo que se suma una cierta tendencia al agrupamiento temporal de eventos sísmicos alternados con grandes períodos de calma (figura 14).

La norma NC 46. 2017, “Construcciones sismorresistentes. “Requisitos básicos para el diseño y construcción”, de reciente aprobación, la cual divide al territorio nacional en lo concerniente a acciones sísmicas, Para el caso del de la zona de estudio, los municipios Diez de Octubre y

Arroyo Naranjo quedan enmarcados dentro de la “Zona 2”; de riesgo sísmico bajo que puede ocasionar daños a las construcciones, debiéndose tomar medidas sismorresistentes en todas las estructuras y en función de la categoría ocupacional de las mismas y el nivel de protección definido según la probabilidad de exceder un sismo de diseño. Los valores de la aceleración espectral horizontal máxima del terreno para el cálculo S_a estarán entre 0,30-0,40 g para periodos cortos (S_s) y entre 0,06-0,15 g para periodos largos (S_1) (tabla 13).

Tabla 13 Valores de la aceleración espectral horizontal en la zona de estudio

Provincia	municipio	$S_a(g)$	$S_s(g)$	$S_1(g)$	TL(s)	Zona
La Habana	Diez de Octubre	0,178	0,322	0,078	3	2
La Habana	Arroyo Naranjo	0,172	0,312	0,077	3	2

Fuente: NC 46. 2017, “Construcciones sismorresistentes. “Requisitos básicos para el diseño y construcción”

Desde 1673 hasta la fecha, los eventos sísmicos que se han reportado en el territorio no han sido muchos (poco más de 80) de los cuales solo 37 son microsismos históricos, es decir, con efectos sobre las personas, las construcciones y el medio ambiente, el resto son instrumentales.

Según el mapa de epicentros para los eventos históricos, se aprecia que los mismos se han manifestado con Intensidades máximas ($I_{máx}$) iguales a “sentidos sin especificaciones, III, IV y V” en la escala MSK.

A todo esto, se le puede sumar los terremotos ocurridos el 21 de febrero de 1845 (Imáx = V), el 4 de octubre de 1859 (Imáx = IV), el 25 de marzo de 1868 (Imáx = V), el 19 de febrero de 1907 (Imáx = V), los de 1931 y 1932 (ambos Imáx = IV), y el de 18 de diciembre de 1942 (Imáx = IV), todos en La Habana.

La zona de estudio está fundamentalmente bajo la influencia de tres zonas sismogeneradoras o “zonas fuertes” relacionadas con fallas tectónicas, cuyas características son las siguientes:

Zona Norte Cubana Occidental: se extiende a lo largo del talud Noroccidental de la isla, desde Pinar del Río hasta las inmediaciones de la Península de Hicacos, donde se intercepta con la falla del mismo nombre. Posee una profundidad máxima de 10 km con una amplitud total de los movimientos tectónicos verticales durante el Neógeno–Cuaternario superior a 1,5 km.

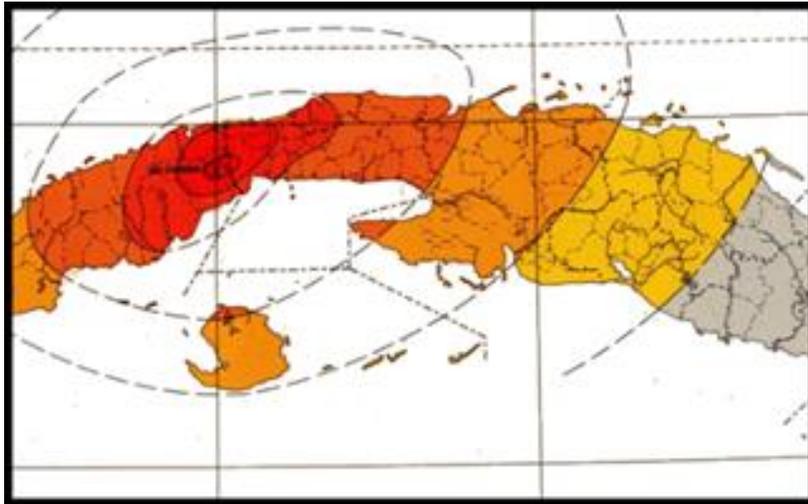


Fig 15. Isosistas correspondientes al sismo del 23 de enero de 1880.
 Fuente: CENAIS

Algunos autores la consideran como de segunda categoría, con una magnitud máxima asociada de 6,5 a 7 grados; mientras que otros la consideran de tercera categoría con magnitud máxima igual a 5,5 grados.

Zona de Falla Pinar: se extiende en la dirección SW-NE y posee una longitud de 155 km. Esta zona limita por el Sur al sistema montañoso de Guaniguanico. Su profundidad es de 25 km y su ancho de 4 km, a esta zona de falla se le asocia el terremoto del 23 de enero de 1880 (figura 15), antes mencionado. Las magnitudes máximas asociadas se consideran entre 5,5 y 7,0 grados.

Zona Sismogénica Habana: la extensión es aproximadamente de 100 km y posee una amplitud total de los desplazamientos neotectónicos verticales de 2 km. Se propaga en dirección sublatitudinal hacia la falla Bahía de Cochinos, con la que se intercepta en las inmediaciones de la localidad de Torrientes - Jagüey Grande (donde ocurrió el terremoto de 1982) (figura 16).

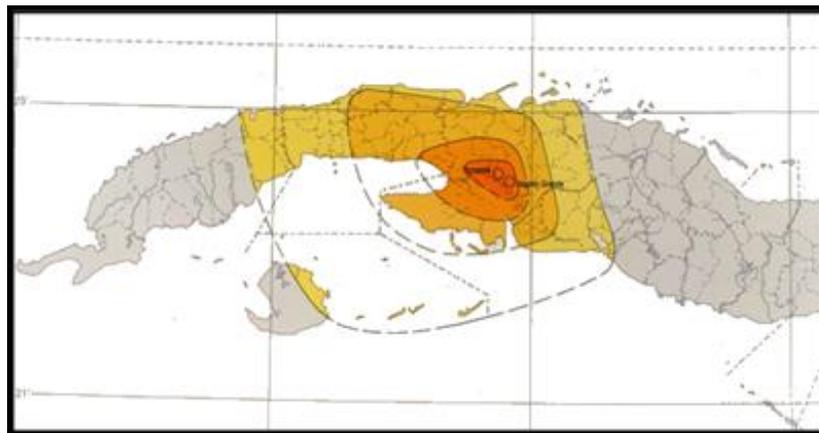


Fig 16. Isosistas correspondientes al sismo del 16 de diciembre de 1982. Fuente: CENAIS

Algunos autores le asignan a la Falla Habana una magnitud máxima igual a 5,0–5,5 grados, clasificándola como de categoría III, mientras que otros la clasifican dentro de la categoría IV, con una magnitud máxima de 6,0 grados en la escala de Richter. El efecto sísmico máximo (en términos de intensidad) que se ha determinado es de 6,5 grados en la escala MSK para un sismo de $M_{máx.} = 6.5$ grados en la Falla Pinar.

De 7,0 grados de intensidad para un sismo de $M_{máx.} = 6,0$ grados en la

Falla Norte Cubano Occidental y de 6,0 grados de intensidad para un sismo con $M_{\text{máx.}} = 5,5$ grados en la Falla Habana. Sin embargo, como se conoce, los terrenos con condiciones más desfavorables, podrían incrementar estos efectos.

Por otra parte el territorio puede ser afectado por eventos sísmicos producidos por zonas sismogeneradoras distantes, máxime aún, cuando es conocido que la máxima intensidad sísmica reportada para las provincias habaneras corresponde al sismo del 23 de enero de 1880 (figura 15), con una magnitud $M_s = 5,9$ y una $I_{\text{máx}} = VIII$ grados MSK ocurrido en San Cristóbal, Provincia de Pinar del Río que se registró con $I_{\text{máx}} = VI$ grados en las proximidades del Castillo del Morro en La Habana, $I_{\text{máx}} = V$ grados en Guanabo e $I_{\text{máx}} = III$ grados en las inmediaciones de Cienfuegos y Sancti Spíritus.

También resulta significativo el del 16 de diciembre de 1982 (figura 16) en Torrientes, Jagüey Grande, provincia de Matanzas, con una magnitud de 5,0 grados y una $I_{\text{máx}} = VI$ grados MSK que produjo efectos macro-sísmicos de III y IV grados MSK en los municipios La Habana Vieja, Centro Habana, Plaza de la Revolución, Regla y otros puntos de la ciudad.

 *Caracterización sismotectónica de la región de emplazamiento. Peligro sísmico puntual en término de intensidad y aceleración del terreno*

Teniendo en cuenta que en el territorio los eventos sísmicos se han manifestado con intensidades que van desde “sentidos sin especificaciones” hasta intensidades máximas de VII grados en la escala MSK, cabe entonces recordar que en la norma cubana se presenta la Escala Internacional Macro Sísmica MSK- 64 donde se señalan los grados de intensidades y se plantea lo siguiente:

1. *De grado I: Terremoto imperceptible.*
2. *De grado II: Terremoto escasamente perceptible (muy débil).*
3. *De grado III: Terremoto débil, observado solo parcialmente.*
4. *De grado IV: Terremoto sentido considerablemente.*
5. *De grado V: Fuerte despertamiento.*

En el territorio habanero se han manifestado los cinco grados. Finalmente se detallan las características convencionales de las vibraciones durante terremotos con intensidades iguales a las planteadas para el territorio (solo los de V, VI, y VII grados):

1. Aceleración del terreno en cm/s^2 para períodos de 0,1 s – 0,5 s: Entre 12 y 25 para las de grado V, entre 25 y 50 para las de grado VI y entre 50 y 100 para los de grado VII.
2. Velocidad del terreno en cm/s para períodos de 0,5 s – 2,0 s: Entre 1,0 y 2,0 para los de grado V, entre 2,1 y 4,0 para los de grado VI y entre 4,1 y 8,0 para los de grado VII.
3. Amplitud en milímetros de desplazamiento del centro de masas de un péndulo con oscilaciones propias de 0,5 s y un decrecimiento logarítmico de 0,5 (1/4 de la amortiguación crítica). Entre 0,5 y 1,0 para los de grado V, entre 1,1 y 2,0 para los de grado VI y entre 2,1 y 4,0 para los de VII grados.

III.2.4 Suelos

 *Caracterización de los suelos y su clasificación. Estructura y composición química, física y biológica.*

Los suelos predominantes en el área de estudio son del Tipo Pardo. Son suelos que se caracterizan por presentar un horizonte B sílico y al igual que los Fersialíticos son medianamente profundos, formados sobre caliza suave.

En el horizonte A son de color pardo (10YR4/3-5/3) a pardo oscuro (10YR3/3), arcillosos y muy plásticos. En superficie la estructura del suelo no es fina, más bien prismática. Tienen un pH entre 6-7, buen contenido actual de materia orgánica, siendo los suelos que tienen mayor capacidad de intercambio de nutrientes. Tienen una capacidad de intercambio catiónico mayor de 30 cmol kg⁻¹ en arcilla, contenido en hierro libre menor de 3 %. En cuanto a las clasificaciones del World Reference Base y Soil Taxonomy (figura 17) estos suelos se clasifican como Cambisol, Orden: Inceptisol, Suborden: Ustept, Grupo: Haplustept respectivamente.

El subtipo clasificado es el esfítico, que significa que son suelos muy arcillosos, con predominio de arcillas dilatables y con estructura prismática, compactos y duros cuando secos y muy plásticos cuando están húmedos, generalmente con poca porosidad.

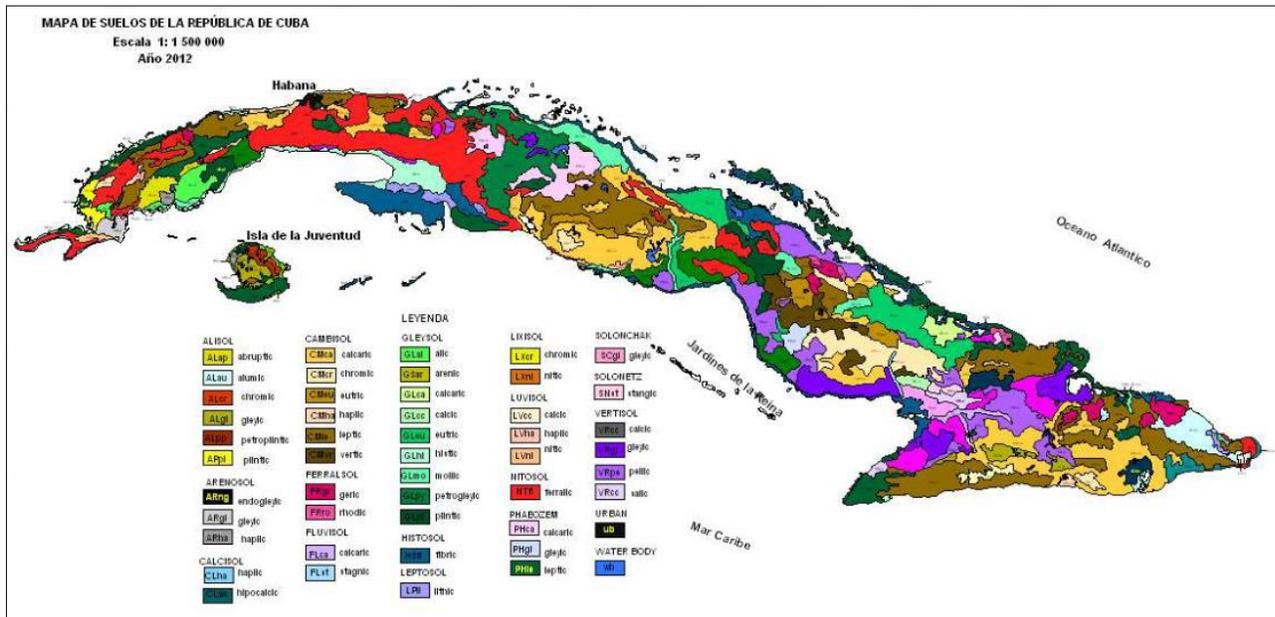


Fig.17 Mapa de la República de Cuba. Clasificación WRB. Escala 1:1 500 000

✚ Potencialidades de explotación

La infraestructura urbana donde se desarrollará el proyecto, ha anulado el uso agroproductivo del suelo del área, por esta razón en el sector evaluado clasifica como muy poco productivo dentro del 133,1 miles de hectáreas con respecto al total en La Habana.

Tabla 14. Clasificación agroproductiva de los suelos de la Habana donde se encuentra el área de estudio.

Provincia	Total Mha	Muy productivos	Productivos	Poco productivos	Muy poco productivos
La Habana	445,6	166,7	73,0	72,9	133,1

III.2.5 Clima

En la literatura científica, varios autores coinciden en definir a los principales factores formadores del clima; al régimen de radiación solar, la circulación atmosférica y las características físico-geográficas de una región o área específica. En el caso de Cuba, su clima se caracteriza por ser cálido dado que se encuentra en la región del trópico muy próximo del Trópico de Cáncer.

La condición insular de Cuba influye en las características climáticas de todo el territorio, de manera tal que las localidades cercanas a las costas se caracterizan por una menor oscilación diaria de la temperatura, una mayor influencia de las brisas marinas y acumulados anuales de lluvias inferiores a los obtenidos hacia el interior de la isla.

Descripción de las condiciones climáticas de la región.

Durante el invierno, el norte de la provincia recibe una mayor afectación de sistemas frontales, los que suelen provocar mayor actividad de lluvias en comparación con el resto del área del territorio. Luego del paso de los frentes fríos, las temperaturas descienden significativamente, sin embargo, no llegan alcanzar valores tan notables como los reportados hacia el interior de la provincia, debido al efecto atenuador que ejerce la influencia de la cálida corriente marina del Golfo de México en las temperaturas.

Los datos de las diferentes variables meteorológicas, se tomaron de los datos publicados en el Anuario Estadístico de Cuba (2020) reportados por el Instituto de Meteorología adscrito al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Dichos datos provienen de las observaciones meteorológicas de la estación de Casablanca, ubicada al norte de La Habana y de la estación de Santiago de las Vegas, localizada al sur.

Tabla. 15 Principales indicadores del clima

Provincia	Estaciones	Precipitaciones		Temperatura (°C)		Viento predominante		Humedad Relativa (%)	Nubosidad Media en octavos
		Total (mm)	Días (u)	Máxima media	Mínima media	Dirección 16 rumbos	Rapidez (km/h)		
La Habana	Casablanca	1498,6	146	30,1	22,7	NNE	13,8	77	4
	Santiago de las Vegas	1755,7	149	30,4	21,3	ENE	6,9	78	4
	Media provincial De ello:	1627,2	148	30,3	22,0	-	-	78	4

Fuente: Instituto de Meteorología del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Temperatura máxima y mínima anual

Los reportes de temperaturas superiores a la media fue un fenómeno generalizado durante el 2020, con un máximo absoluto de 38,5 °C en el mes de abril (tabla 16). Durante este mes la región se mantuvo bajo la débil influencia de las altas presiones subtropicales en superficie. Esta situación meteorológica impuso el predominio de días consecutivos con poca nubosidad, escasas lluvias, mayor radiación solar, vientos débiles y baja humedad, lo que constituyeron condiciones ideales para el incremento gradual de las temperaturas hasta alcanzar valores extremos (INSMET, 2020a).

El año 2020 fue sumamente cálido, caracterizado por anomalías positivas (cálidas) en todos los meses, con excepción del mes de diciembre. En particular, los meses de junio a septiembre fueron los de mayor registro con temperaturas medias superiores a los 28 °C. Durante estos meses, predomina la influencia del Anticiclón Subtropical del Atlántico Norte, el cual se extiende sobre el Caribe hasta el Golfo de México en forma de una cuña anticiclónica. Asociado a dicho incremento, la década 2011 - 2020 ha sido más cálida que todas las décadas precedentes de las que se tienen mediciones (INSMET, 2020a).

Los meses más fríos son enero y febrero cuando suelen ocurrir un incremento de la influencia de las altas presiones continentales migratorias, con centros sobre los Estados Unidos e imponen sobre el occidente del país, un flujo de aire seco y muy frío de origen ártico.

Tabla. 16 Temperaturas máximas y mínimas absolutas registradas.

Provincia	Estaciones	Periodo	Máxima absoluta registrada		Mínima absoluta registrada	
			(°C)	Fecha	(°C)	Fecha
La Habana	Casablanca	1909-2020	38,5	12/4/2020	8,5	11/1/1970
	Santiago de las Vegas	1966-2020	35,4	30/5/2005	4,5	11/1/1970

Fuente: Instituto de Meteorología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Precipitaciones

En general, las precipitaciones en Cuba se distribuyen en el transcurso del año en dos períodos muy bien identificados: el período poco lluvioso (de noviembre a abril) y el período lluvioso (de mayo a octubre) (INSMET, 2020a).

El 2020 fue un año caracterizado por un marcado contraste en los acumulados de las lluvias entre los primeros meses y el segundo semestre del año. Entre enero y abril se registraron valores de precipitación por debajo de la media histórica de cada mes, mientras que a partir de mayo y hasta noviembre (con excepción de junio y septiembre) los valores reportados estuvieron por encima de la norma (INSMET, 2020a).

Enero y febrero finalizaron con solo 20,9 mm y 35,4 mm respectivamente de lluvia como promedio en todo el territorio (tabla 17). El valor reportado en febrero, constituyó el sexto menos lluvioso de la serie 1961-2020, representando una anomalía estandarizada de -1.42, que clasifica en la categoría de déficit moderado según el índice de precipitación estandarizada (INSMET, 2020a).

Los meses de marzo y abril registraron también un marcado déficit de precipitación. Los bajos acumulados reportados en marzo, contribuyeron a que el mes clasificara como el más seco del período 1961-2020. Por su parte abril, que es el último mes del período poco lluvioso en Cuba y el segundo más lluvioso dentro de dicho período, finalizó también con déficit en los acumulados de lluvia (INSMET, 2020a).

Los déficits reportados en los cuatro primeros meses del año, trajeron como consecuencia que el período poco lluvioso (noviembre 2019-abril 2020) cerrara con un poco más del 80 % del territorio cubano con déficit en los acumulados de las lluvias.

Tabla. 17 Lluvia total media.

Valor medio (mm) Año 2020													
La Habana	Anual	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	1361,3	20,9	35,4	0,5	26,7	157,2	190,4	220,1	141,9	219,8	237,0	100,9	10,4

Fuente: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

Lluvias Intensas

Las lluvias intensas (cuando el acumulado en 24 horas es de 100 mm o más), aun cuando se han registrado en todos los meses del año, tienen su máxima frecuencia en los meses de octubre, julio septiembre y octubre. La génesis de estas lluvias se asocia fundamentalmente a los ciclones tropicales, sistemas frontales y tormentas locales de verano. Para un período de 140 años, se observaron lluvias intensas en 79 ocasiones, y el 10,1 % de éstas fueron con acumulados mayores a 200 mm en 24 horas (INSMET, 2020a).

Ejemplos significativos de lluvias intensas en el pasado siglo son: el huracán de octubre de 1926 (510 mm en 24 horas); el 18 de junio de 1982 (291,9 mm en 24 horas), asociado a una depresión subtropical que se convierte en tormenta extra tropical, y como último evento de lluvia intensa la ocurrida el 2 de febrero de 1998 (118,6 mm/24 horas), asociado a un sistema frontal con tormenta pre frontal (INSMET, 2020a).

Una distribución de probabilidades de lluvias intensas para diferentes períodos de retorno, se expone en la tabla 18, donde se dan las frecuencias de ocurrencia de esta variable continua para los meses, el anual, el período de noviembre a abril y el período de mayo a octubre.

Los modelos de mejor ajuste fueron: Gaudin, Gumbel, Frechet y Log N, a través de los meses, con coeficientes de correlación en todos los casos > 0,971 y un error estándar que oscila desde 0,097 a 0,272.

Tabla. 18 Caracterización estadística de lluvias intensas en La Habana para diferentes períodos de retorno.

Períodos	Probabilidades				
	1 %	2 %	4 %	5%	10 %
Enero	153,4	129,3	105,4	97,7	74,1
Febrero	85,0	74,6	64,2	60,8	50,2
Marzo	77,0	67,7	58,4	55,4	45,8
Abril	166,3	139,1	112,3	103,8	77,8
Mayo	129,9	114,2	98,5	93,4	77,3
Junio	187,3	157,1	129,8	121,4	96,4
Julio	103,9	92,5	81,0	77,3	65,5
Agosto	108,5	93,4	79,4	75,0	61,7
Septiembre	220,9	181,2	146,0	135,4	104,3
Octubre	343,2	267,8	204,4	188,0	134,2
Noviembre	194,1	151,6	115,9	105,5	76,3
Diciembre	146,4	115,4	89,1	81,4	59,6
Anual	419,7	322,1	246,7	226,2	172,2
Nov – Abril	317,9	234,8	173,1	156,7	114,7
Mayo – Oct	402,9	305,3	230,8	210,7	158,3

Fuente: Instituto de Meteorología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Vientos.

Los vientos en Cuba son originados por diferentes causas. La circulación de la periferia suroccidental del gran anticiclón subtropical del océano Atlántico septentrional, vientos que gobiernan el estado del tiempo la mayor parte del año (INSMET, 2020a).

Los vientos alisios producidos por este sistema anticiclónico subtropical inciden con dirección del Nordeste al Este, aunque también sufren una deflexión con vientos del Este al Sudeste cuando el centro anticiclónico oceánico se halla muy retraído y lejos de Cuba. Están asociados a estos sistemas anticiclónicos migratorios teniendo un importante efecto refrigerante al ser portadores de masas de aire continentales más frías, secas y estables (INSMET, 2020a).

Los vientos del NNE y del ENE son las direcciones de mayor predominio en la provincia (tabla 15), aunque la dirección de vientos del Norte con la influencia de los sistemas frontales y Nordeste con el anticiclón oceánico tiene una alta preponderancia también. En el caso de los demás rumbos, son los menos frecuentes para esta zona en todo el período de 30 años (INSMET, 2020a).

Otra información de gran interés es la caracterización estadística de la velocidad máxima absoluta anual del viento (registrados o estimados). Los valores de la variable extrema oscilan entre 17,09 m/s (ocurrido en 1927) y 80 m/s (octubre de 1926), con una media de 29,5 m/s y un coeficiente de variación de 34,5%.

A partir de esta serie se confecciona la rosa del viento máximo absoluto anual (tabla 19 y figura 18). Se destaca que las mayores frecuencias de la dirección de las rachas máximas anuales están en el sector SSE, S, SSW y SW, que representa un 67,4 %.

En los promedios de la velocidad para los diferentes rumbos, el más notable fue de 41,9 del NNE (originado por el huracán de octubre de 1926).

Las frecuencias de ocurrencia por causas que han originado las rachas máximas anuales son:

- 41,0 % por Sistemas extra tropicales (bajas extra tropicales, frentes fríos y sistemas frontales).
- 28,4 % por Tormentas Locales (TL verano).
- 22,1 % por Organismos Ciclónicos Tropicales (CT).
- 4,2 % por Brisotes fuertes.
- 4,3 % por fenómenos complejos.

Tabla 19. Viento máximo absoluto anual.

Rumbos	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
Frecuencia (%)	3,2	3,2	2,1	2,1	2,1	2,1	7,4	37,9
V, media (m/s)	27,4	26,8	22,7	22,7	23,8	29,8	35,3	28,8
Rumbos	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
Frecuencia (%)	15,8	6,3	1,0	5,3	1,0	5,2	2,1	3,2
Media (m/s)	29,3	31,6	30,6	27,6	22,4	28,0	27,5	26,2

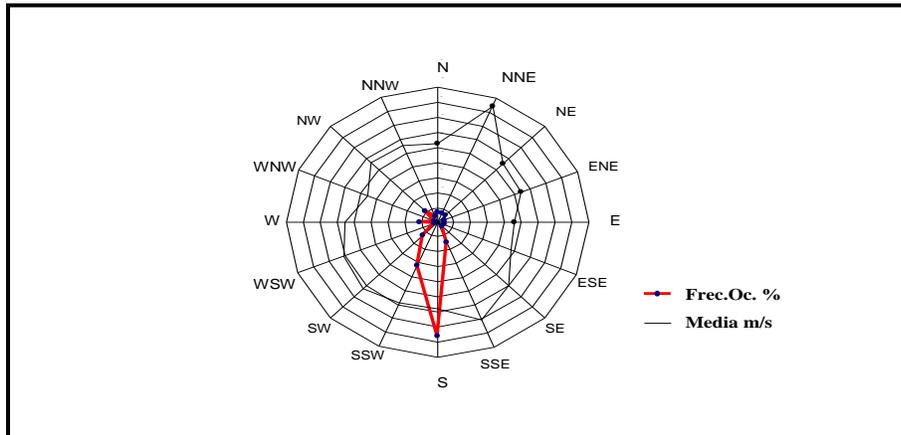


Fig. 18 Rosa anual de viento máximo absoluto.

Nubosidad

La nubosidad es la fracción de cielo cubierto con nubes en un lugar en particular. Según las normas meteorológicas actuales, la nubosidad se expresa en octas, u octavos de la bóveda celeste. Ésta es dividida en 8 partes por el operador, quien evalúa entonces el número de esas partes que están cubiertas por las nubes. Según la altura de la base de las nubes, éstas se clasifican en nubes bajas, medias y altas. La parte más baja de las nubes bajas se encuentran desde la superficie hasta los 2 km de altura.

Las nubes medias para el caso de los trópicos se localizan entre los 2 km y 6 km de altura, mientras que la base de las nubes altas supera los 8 km de altura (INSMET, 2020a).

El régimen de radiación solar, así como la insolación o cantidad de horas con brillo solar depende de la nubosidad. Una parte de la radiación solar a su paso por la atmosfera terrestre, es absorbida y/o

reflejada por las nubes, de manera que su comportamiento resulta variable en función de la cobertura nubosa (INSMET, 2020a).

En el territorio predomina en el año cielos parcialmente nublados con 4/8 de la bóveda celeste cubierta por nubes (tabla 15), asociado en gran medida a fenómenos meteorológicos tales como ondas tropicales, vaguadas y ciclones tropicales, caracterizados por presentar abundante nubosidad, unen también los primeros sistemas frontales de la temporada invernal en Cuba, los cuales favorecen la ocurrencia de días con cielos nublados (INSMET, 2020a).

Humedad

Los valores de esta variable, corresponden en buena medida, al comportamiento de las precipitaciones. Los máximos se ubican entre los meses de junio y octubre, asociados a la prevalencia durante esos meses, a la influencia de masas de aire con un alto contenido de humedad en casi toda la tropósfera. En niveles bajos los aportes de humedad están favorecidos por sistemas generadores de lluvias tales como ondas tropicales que transitan por el mar Caribe, muy próximos al sur del país, la mayoría de ellas suelen ser muy activas principalmente en los meses de agosto y octubre, momento en que muchas llegan a convertirse en un ciclón tropical (INSMET, 2020a).

En niveles medios (alturas de 5 y 6 km), durante los meses de junio y septiembre, la presencia de ondonadas o vaguadas que por lo general se localizan sobre el Golfo de México y muy próximo al extremo occidental de Cuba, incrementan el contenido de humedad en la troposfera media, los que unido a otros factores incentivan la actividad de lluvias sobre el occidente cubano y con ello el contenido de humedad en el aire. Entre tanto, los mínimos se reportan de noviembre a abril, período del año en que se incrementa la influencia de masas de aire más secas y menos cálidas provenientes del continente norteamericano (INSMET, 2020a).

Frentes Fríos

Un total de 17 frentes fríos afectaron a Cuba en el año 2020. Según la fuerza de los vientos, dos de ellos se catalogaron como moderados y el resto de los sistemas fueron débiles. Por otro lado, de acuerdo al giro de los vientos, todos fueron de tipo clásico. En general, la actividad frontal en el 2020 fue menos activa que lo normal. Lo anterior es una consecuencia directa de la disminución observada durante las últimas décadas de la intensidad y amplitud de la circulación de latitudes medias en las inmediaciones de Cuba (INSMET, 2020a).

III.2.6 Calidad de aire



Fig. 19 Contaminantes primarios y secundarios

Estudio de gases

Evaluación de la calidad del aire en el área de estudio.

Como parte del Estudio de la Línea Base Ambiental para el proyecto, se realizó la evaluación de la calidad del aire mediante la determinación de las concentraciones de los gases contaminantes en diferentes zonas del área de estudio.

Se entiende por contaminación atmosférica la presencia en el aire de pequeñas partículas o productos secundarios gaseosos que pueden implicar riesgo, daño o molestia para las personas,

plantas y animales que se encuentran expuestas a dicho ambiente.

Contaminantes atmosféricos. Clasificación

Las sustancias contaminantes de la atmósfera pueden clasificarse de acuerdo a su forma física o por su origen (figura 19).

Por su forma física:

- ✚ gases
- ✚ aerosoles (líquidos y sólidos)

Por su origen

- ✚ Primarios
 - partículas sólidas y líquidas en suspensión
 - gases
 - vapores
- ✚ Secundarios
 - ácido sulfúrico y sulfatos
 - ozono
 - otros contaminantes fotoquímicos

Un contaminante primario es aquel que se emite a la atmósfera directamente de la fuente y mantiene la misma forma química, como, por ejemplo, la ceniza de la quema de residuos sólidos. Un contaminante secundario es aquel que experimenta un cambio químico cuando llega a la atmósfera. Un ejemplo es el ozono que surge de los vapores orgánicos y óxidos de nitrógeno que emite una estación de gasolina o el escape de automóviles.

Los contaminantes del aire también se han clasificado como contaminantes criterio y contaminantes no criterio. Los contaminantes criterio se han identificado como comunes y perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objetos de estudio de evaluación publicados en documentos de criterios de calidad del aire. A nivel internacional los contaminantes criterios son:

Monóxido de carbono (CO).

Óxidos de azufre (SO_x).

Óxidos de nitrógeno (NO_x).

Ozono (O₃).

Partículas (PM)

A continuación, se expone el origen y los principales problemas que causan estos contaminantes criterio y algunos otros contaminantes importantes debido a su nivel de presencia en el aire.

Monóxido de carbono (CO): El monóxido de carbono se forma por la combustión incompleta de sustancias que contienen carbono (gasolina, fuel oil, madera, papel, polímeros, etc). Tiene un efecto asfixiante al unirse a la hemoglobina de la sangre (formando carboxihemoglobina) y disminuir la capacidad de aporte de oxígeno hasta los tejidos.

Óxidos de azufre (SO_x): originados a partir de la combustión de carburantes fósiles. Prácticamente todo el azufre que contienen los combustibles se emiten a la atmósfera como óxidos de azufre. Se ha encontrado que los óxidos de azufre perjudican el sistema respiratorio, especialmente de las personas que sufren de asma y bronquitis crónica.

Los efectos de los óxidos de azufre empeoran cuando el dióxido de azufre se combina con partículas o humedad del aire. Esto se conoce como efecto sinérgico porque la combinación de sustancias produce un efecto mayor que la suma individual del efecto de cada sustancia.

Óxidos de nitrógeno (NO_x): los óxidos de nitrógeno incluyen compuestos como el óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). El término NO_x se refiere a la combinación de estas dos sustancias. En una escala global, la emisión natural de óxido de nitrógeno es casi 15 veces mayor que la realizada por el hombre. Las fuentes más comunes de óxidos de nitrógeno en la naturaleza son la descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, los incendios forestales y de pastos.



Fig. 20 Contaminantes atmosféricos por la acción de hombre.

Las fuentes principales de emisión antropogénica son la quema de combustibles fósiles y los escapes de los vehículos y (figura 20).

Ozono (O₃): El ozono es un constituyente natural de la atmósfera, pero cuando su concentración es superior a lo normal (mayor que 0,16mg/m³), se considera un gas contaminante. El ozono se forma mediante la reacción química del dióxido de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia

de la luz solar.

Material particulado (PM): Inicialmente, con la denominación de partículas totales en suspensión (PTS) se reconoció a una amplia categoría de material particulado como contaminante.

El material particulado son las partículas sólidas y líquidas del aire, se incluyen contaminantes primarios como el polvo, hollín y contaminantes secundarios como partículas líquidas producidas por la condensación de vapores.

El material particulado puede tener efectos en la salud y bienestar del hombre. Puede contribuir a aumentar las enfermedades respiratorias como la bronquitis y exacerbar los efectos de otras enfermedades cardiovasculares. Asimismo, afecta la visibilidad y la velocidad de deterioro de muchos materiales hechos por el hombre.

Compuestos orgánicos volátiles (COV): Son liberados por la quema de sustancias que contienen carbono, como la gasolina, madera, carbón, polímeros en general, etc.

La inhalación de estos compuestos conlleva a trastornos respiratorios, contracciones, pérdida del conocimiento, cefalea y náuseas.

Materiales y Métodos. Técnicas de investigación empleadas.

Para realizar el monitoreo de los gases contaminantes se emplearon métodos y técnicas que se detallan a continuación.

Métodos empleados

- *Estadística descriptiva:* se empleó para el procesamiento de los resultados aportados por las mediciones realizadas.
- *Análisis y síntesis:* se utilizó para la valoración de la afectación producida por la generación de gases contaminantes que se generan en el área analizada.
- *Hipotético–deductivo:* se empleó para identificar, evaluar los tipos de fuentes y ponderar las afectaciones que provocan la generación de gases contaminantes y posibles acciones de mitigación.

Además se utilizaron métodos empíricos como:

- *Observación científica:* en los trabajos de campo se utilizó este método para identificar, describir y diagnosticar las fuentes de generación de gases contaminantes.
- *La medición:* se empleó para obtener la información cuantitativa de las concentraciones de los diferentes gases contaminantes.
- *Revisión documental:* en los trabajos de gabinete permitió el estudio de las legislaciones en el país e internacionales, así como la consulta de bibliografía especializada, guías metodológicas, análisis de los elementos del proyecto, elaboración de los datos de campo y la confección del informe.



Fig. 21 Analizador de gases

prácticas internacionales.

Diseño y metodología del muestreo

1. Selección de las zonas de muestreo para determinar:

- Concentración de los gases contaminantes en el área de estudio

2. Definición de la frecuencia mínima de muestreo y la cantidad de muestra en cada zona siguiendo las normas cubanas estipuladas y en correspondencia con las

Equipos utilizados en el monitoreo

Para la determinación de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos en el área de estudio, las muestras fueron tomadas y analizadas a través de un equipo Aeroqual Series 500 de la firma neozelandesa Handheld Instruments (figura 21), que utiliza sensores electroquímicos para el dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), partículas materiales menores de 2,5 micras (PM_{2,5}), partículas materiales menores de 10 micras (PM₁₀) y los compuestos orgánicos volátiles (VOC), además de un sensor de humedad y temperatura del aire.

Las calibraciones cero y span de todos los sensores del analizador se ejecutaron previamente antes de las mediciones de campo, utilizando gases de calibración trazables, así como las calibraciones de aire fresco entre las mediciones.

Las concentraciones detectadas en el área de estudio se compararon con la concentración máxima admisible (CMA), según lo que establece la Norma Cubana NC 1020:2014 "Calidad del aire — Contaminantes — Concentraciones Máximas Admisibles y Valores Guías en zonas habitables".

Puntos de muestreos seleccionados para el estudio

Se seleccionaron 15 puntos de muestreo para la determinación de la concentración de los contaminantes atmosféricos en el área de estudio. En la imagen satelital actual del espacio físico, se observa la distribución de dichos puntos (figura 22), así como sus coordenadas planas (tabla 20).

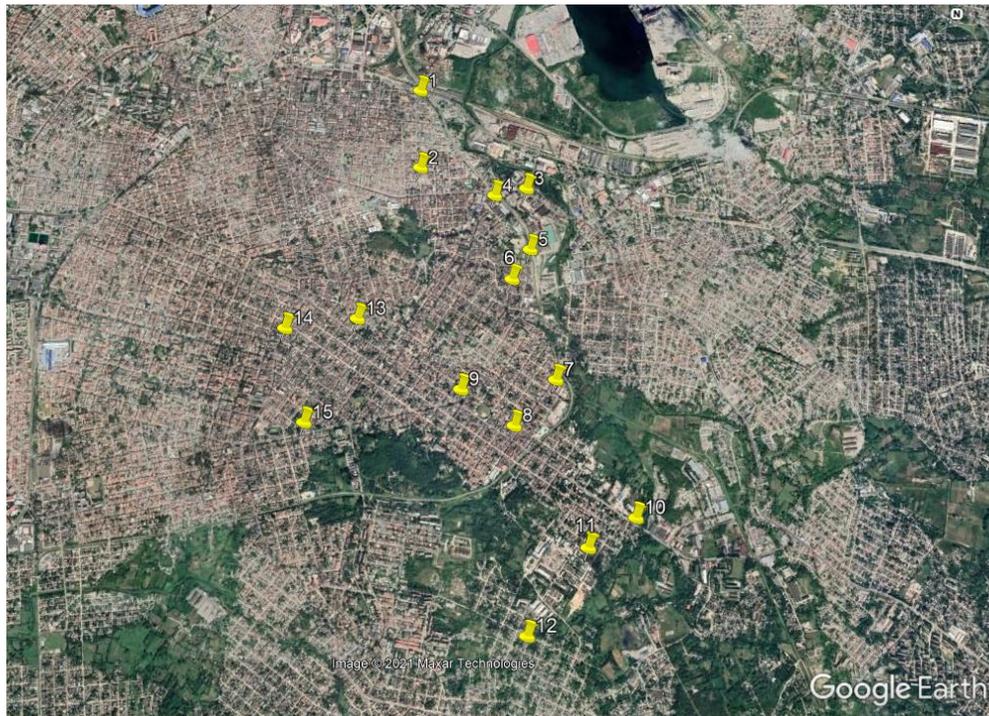


Fig. 22 Puntos evaluados en el área del proyecto. Fuente: Google Earth

Tabla 20 Coordenadas de las puntos de muestreo.

Puntos	Coordenadas		Localización
	X	Y	
1	361189,9907	365272,4533	Calle Enna y Manuel Pruna
2	361199,4870	364651,2594	Calle Manuel Pruna y Pedro Pernas
3	362053,9741	364542,3885	Calle Lugareño y Calzada de Luyanó
4	342035,9184	336847,7081	Calle Céspedes y López
5	362065,7660	364046,6897	Calle Aguilera y Línea del Ferrocarril
6	361929,6193	363811,6466	Calle 11 y Fonts

Tabla 20 (Cont...)

Puntos	Coordenadas		Localización
	X	Y	
7	362282,1555	362749,6352	Calle 17 y B
8	361972,5160	362720,7148	Calle 16 y Dolores
9	361540,3011	362988,2240	Calle 12 y Dolores
10	362878,2050	362115,2280	Calle 25 y Dolores
11	362523,8741	361863,3552	Calle 24 y Dos Ríos
12	362008,0166	361279,1570	Calle Portocarrero y Concepción
13	360785,8013	363463,2228	Calle Dolores y San Anastasio
14	360243,3344	363368,1447	Calle Milagros Este y Diez de Octubre
15	360434,3390	362679,1712	Ave de Acosta y Calle 4ta

En la tabla 21 se reportan los niveles puntuales y promedios de concentración de los contaminantes gaseosos en muestras instantáneas (20 min) medidos en las zonas de muestreo anteriormente definidas. Los valores de concentración obtenidos de los diferentes contaminantes atmosféricos muestreados (NO₂, CO, VOC, PM10 y PM2,5) de forma general se encuentran por debajo de los límites permisibles que estipula la Norma Cubana NC 1020:2014. *“Calidad del aire. Contaminantes. Concentraciones máximas admisibles y valores guías en zonas habitables”*.



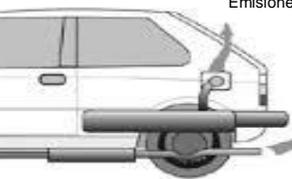
Las concentraciones de gases detectadas están vinculadas directamente a los vehículos automotores que circulan por las vías a lo largo de toda el área de estudio sobre todo por las vías de mayor tráfico (Calle Dolores (figura 23) y las inmediaciones de la Czda. de Luyanó, Diez de Octubre, Porvenir y la Ave Acosta). También se registraron concentraciones de partículas en suspensión (PM 2,5 y PM10). En la figura d se describe la composición de los gases de los motores diésel emitidos por el tubo de escape.

Fig 23 Flujo vehicular a través de la Calle Dolores

- Monóxido de carbono: menos de 1000 ppm
- Óxidos de nitrógeno: de 10 a 1000 ppm
- Hidrocarburos: de 100 a 600 ppm
- Formaldehído: de 5 a 20 ppm

Hidrocarburos evaporativos
Recarga de combustibles
Emisiones diurnas

Emisiones de escape
Hidrocarburos
Monóxido de carbono
Óxidos de nitrógeno
Partículas
Gases tóxicos



procesos de emisión en vehículos

Estos medios de transporte además de generar gases de combustión, su transitar por las vías, generan material particulado. Las partículas se colocan en suspensión en el aire luego de cada paso de vehículo y, en función de su granulometría, humedad y ocurrencia de vientos, sedimentará en las inmediaciones del lugar y será transportada a distancias variables.

Estudios empíricos muestran que otros factores influyen en la emisión, tales como la velocidad de los vehículos, su peso e inclusive el número de neumáticos. El material particulado total presente en el aire, está constituido por una fracción sedimentable (apreciable a simple vista o por acumulación en superficies), cuyas partículas son mayores de 10 micras. Además, por otra fracción de partículas no sedimentables (invisibles al ojo humano y también denominadas partículas inhalables con la capacidad de llegar a los alveolos pulmonares) constituida por material particulado de tamaño inferior a 5 micras, que las hace permanecer en suspensión de manera prolongada. Las concentraciones de partículas materiales se incrementarán sin dudas cuando se estén realizando las labores de rehabilitación de todo el sistema producto del accionar de las maquinarias.

En cuanto a la concentración de los compuestos orgánicos volátiles (VOC) hubo transgresión de la norma en los puntos 5, 6, 8,10 y 14 (tabla 21, figura 27). Estuvieron asociados fundamentalmente a la gran acumulación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en varios contenedores emplazados en el área de estudio (figura 25).



Fig. 25 Acumulación de RSU en diferentes contenedores emplazados en el área de estudio

La generación de los malos olores, es producto de la descomposición anaerobia de excrementos, alimentos y de otras materias orgánicas, con lo cual se eleva la concentración de las sustancias causantes de la sensación de olores desagradables como es el mercaptano, que se liberan a la atmósfera y se dispersan por la acción del viento llegando al receptor (figura 26). El efecto de la mezcla de estas sustancias tiene un efecto sinérgico que agudiza el problema de los olores.

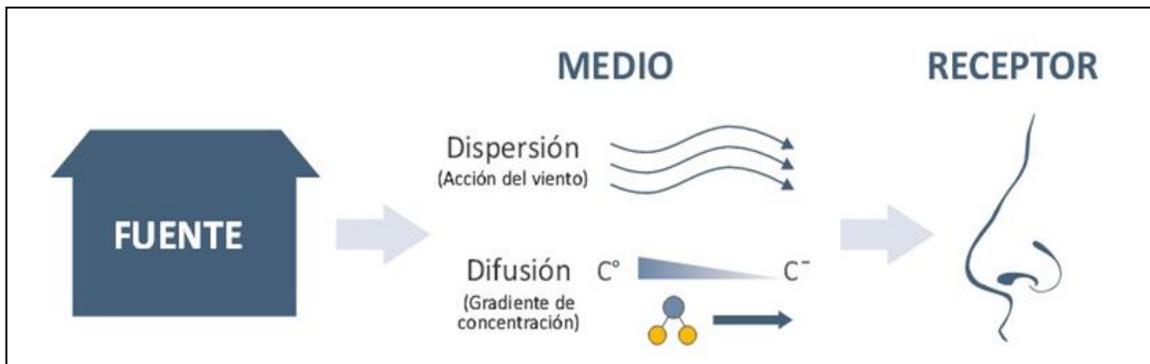


Fig. 26 Propagación de olores y sus mecanismos

Tabla 21 . Concentración de los contaminantes atmosféricos en el área de estudio

Puntos de muestreo	T aire (°C)	Humedad Relativa (%)	CO (µg/m³)	NO ₂ (µg/m³)	VOC (µg/m³)	PM10 (µg/m³)	PM2,5 (µg/m³)
Punto 1	27,7	69,2	0,0	47	400	1,0	1,0
	27,7	69,2	0,0	62	300	0,0	0,0
	27,8	69,4	0,0	58	400	1,0	1,0
X media	27,7	69,3	0,0	55,7	366,7	0,7	0,7
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 2	28,2	69,3	0,0	29	500	1,0	1,0
	28,2	69,3	0,0	24	400	1,0	1,0
	28,3	69,4	0,0	30	400	1,0	1,0
X media	28,2	69,3	0,0	27,7	433,3	1,0	1,0
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 3	28,7	67,5	150	15	300	4,0	2,0
	28,8	67,5	250	20	350	3,0	2,0
	28,8	67,5	250	17	350	1,0	1,0
X media	28,8	67,5	216,7	17,3	333,3	2,7	1,7
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 4	30,1	63,8	100	11	500	1,0	1,0
	30,1	63,8	100	16	400	1,0	1,0
	30,1	63,8	0,0	20	450	1,0	1,0
X media	30,1	63,8	66,7	15,7	450,0	1,0	1,0
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 5	31,5	62,6	0,0	62	600	1,0	1,0
	31,6	62,6	0,0	73	500	1,0	1,0
	31,6	62,6	0,0	50	500	1,0	1,0
X media	31,6	62,6	0,00	61,7	533,3	1,0	1,0
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 6	32,6	55,0	500	110	800	2,0	2,0
	32,6	55,0	500	105	750	2,0	2,0
	32,6	55,0	300	115	850	1,0	1,0
X media	32,6	55,0	433,33	110,0	800,0	1,7	1,7
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 7	32,4	52,2	200	90	400	1,0	1,0
	32,5	52,2	100	85	600	1,0	1,0
	32,5	52,2	200	100	500	1,0	1,0
X media	32,5	52,2	166,7	91,7	500,0	1,0	1,0
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 8	32,9	47,8	800,0	111,0	1100	3,0	2,0
	32,9	47,9	1200,0	102,0	950	3,0	2,0
	32,9	47,9	950,0	120,0	900	3,0	2,0
X media	32,9	47,9	983,33	111,0	983,3	3,0	2,0
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 9	33,8	45,9	200,0	70,0	500	1,0	1,0
	33,8	45,9	300,0	55,0	400	1,0	1,0
	33,7	46,0	300,0	40,0	400	1,0	1,0
X media	33,8	45,9	266,67	55,0	433,3	1,0	1,0
CMA			25000	160	500	200	100

Tabla 21 (Cont...)

Puntos de muestreo	T aire (°C)	Humedad Relativa (%)	CO (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	VOC (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)	PM2,5 (µg/m ³)
Punto 10	31,8	52,2	150,0	117,0	700	6,0	4,0
	31,9	52,3	250,0	98,0	600	8,0	6,0
	31,9	52,3	200,0	93,0	600	7,0	6,0
X media	31,9	52,3	200,00	102,7	633,3	7,0	5,3
CMA			25000	160	500	200	100
Punto11	32,1	52,6	0,0	70,0	400	1,0	1,0
	32,1	52,7	0,0	67,0	300	1,0	1,0
	32,1	52,7	0,0	55,0	500	1,0	1,0
X media	32,1	52,7	0,00	64,0	400,0	1,0	1,0
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 12	32,6	52,8	0,0	87,0	400	1,0	1,0
	32,6	52,8	0,0	107,0	400	0,0	0,0
	32,6	52,8	0,0	95,0	400	1,0	0,0
X media	32,6	52,8	0,00	96,3	400,0	0,67	0,33
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 13	32,8	55,9	300	82	550	2,0	1,0
	32,9	56,1	450	115	450	2,0	1,0
	32,9	56,0	500	91	500	2,0	1,0
X media	32,9	56,0	416,67	96,0	500,0	2,00	1,00
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 14	33,0	56,2	120	94	600	1,0	1,0
	33,0	56,2	150	98	750	1,0	1,0
	33,1	56,3	100	95	650	1,0	1,0
X media	33,0	56,2	123,33	95,7	666,7	1,00	1,00
CMA			25000	160	500	200	100
Punto 15	33,1	56	200	100	400	2,0	1,0
	33,1	56	225	102	500	2,0	1,0
	33,1	55,8	150	84	450	1,0	1,0
X media	33,1	55,9	191,67	95,3	450,0	1,67	1,00
CMA			25000	160	500	200	100

CMA: Concentración máxima admisible en zonas habitables (NC 1020:2014) para 1 hora de exposición, para el caso de los VOC los límites están regidos por (TECAM-GROUP:2019)

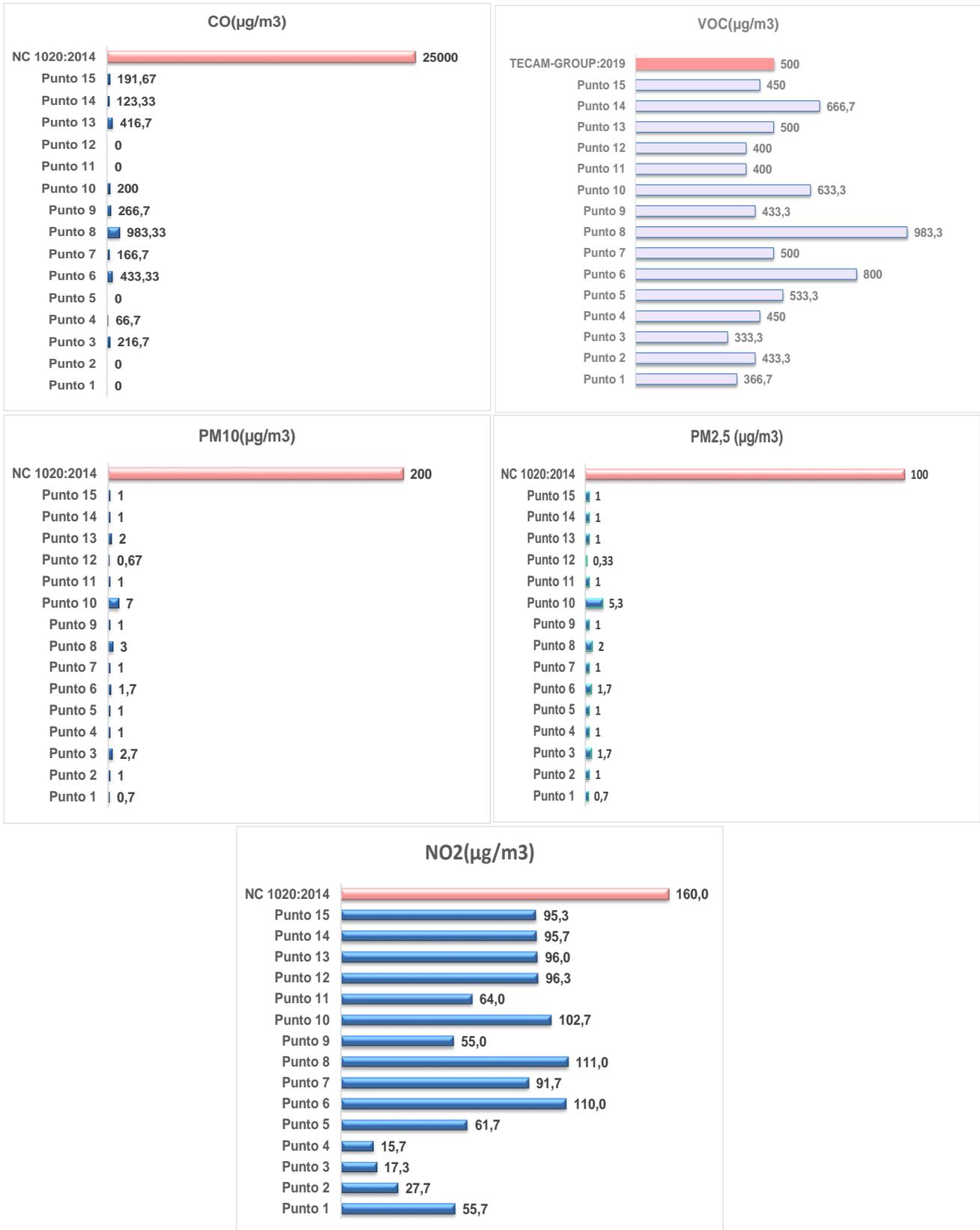


Fig.27 Niveles de los contaminantes atmosféricos detectados en el área de estudio. Fuente: Equipo ejecutor Grupo Empresarial Geocuba.....División de Estudios Medio Ambientales

A continuación se muestran los gráficos que reflejan el comportamiento de los valores de concentración de los contaminantes atmosféricos más representativos detectados en el área de estudio (figura 28), así como la dispersión de los mismos generados por la herramienta digital Golden Software Surfer 12.

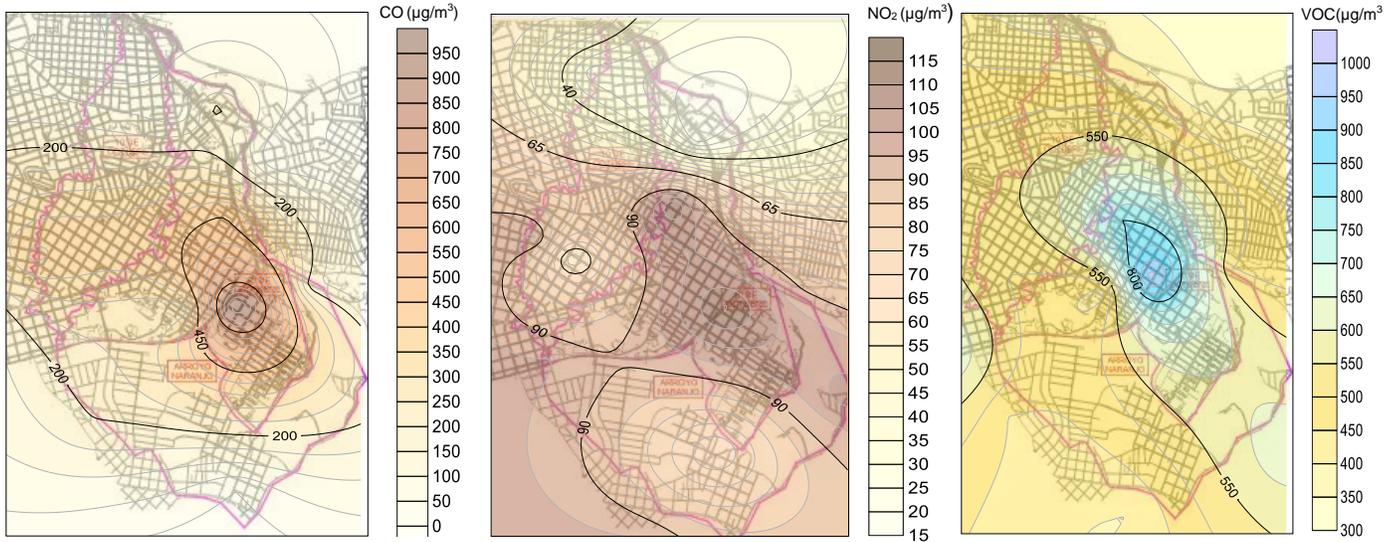


Fig.28 Concentraciones de gases contaminantes detectados en el área de estudio

Estudio sonométrico

El ruido es el contaminante ambiental más extendido en la actualidad. Los procesos industriales se reconocen como importantes focos generadores de este agresor físico. En la mayoría de los ambientes industriales se emiten ruidos excesivos que comprometen directamente la salud y seguridad del personal que labora en los puestos de trabajo. En ocasiones, también afecta la biodiversidad del entorno.

Muchos estiman que el ruido es un fenómeno natural del progreso técnico y lo único que hay que hacer es adaptarse y aprender a vivir en medio del estruendo. Esta manera de razonar no es sino un intento de eludir la solución a un trascendental problema de higiene industrial de nuestros tiempos, ya que por otra parte y en oposición, tenemos el reconocimiento de que la pérdida del oído debido al trabajo en un ambiente industrial ruidoso, es una enfermedad profesional.

Dentro de los elementos del medio biótico el más afectado ante los efectos de sonidos indeseables es el humano, por esta razón la calidad de la atmósfera laboral constituye actualmente una preocupación para todas las entidades nacionales e internacionales. Brindar al trabajador y a la población las condiciones necesarias para el correcto desarrollo de sus labores es una obligación de la administración de cada centro. Los daños a la salud son perceptibles cuando la exposición es regular o cotidiana, entre otros:

Los efectos del ruido en el hombre, incluyen lo siguiente:

- ✚ Efectos psicológicos. Por ejemplo: el ruido puede sorprender, molestar e interrumpir la concentración, el sueño o el descanso.
- ✚ Interferencia en las comunicaciones orales y, como consecuencia, interferencia en el rendimiento y en la seguridad en el trabajo.

- Efectos fisiológicos. Por ejemplo: el ruido produce pérdidas de las facultades auditivas, dolor aural, náuseas y reducción del control muscular (cuando la exposición es intensa).

Mecánica de la audición

El oído humano (figura 29) consta de tres partes principales: el oído externo, el medio y el interno. Cada una tiene una función distinta en el procedimiento auditivo.

El oído externo capta y envía las ondas sonoras al oído medio donde chocan contra el tímpano, que pone en juego el sistema auditivo. El oído medio está formado por el tímpano y ocupa una pequeña cavidad en la región petrosa del hueso temporal. Está lleno de aire y contiene la cadena de huesecillos del oído, uno de cuyos extremos se apoya en el tímpano y el otro se conecta al oído interior. El oído interior está formado por un tubo espiral (caracol o cóclea) lleno de líquido. La cóclea contiene el órgano de Corti, que consta de muchas sensorias con pelos delicados o células capilares que se proyectan en el líquido.

Al vibrar el tímpano, pone en movimiento la cadena de huesecillos que comprende el oído. Estos movimientos a su vez hacen vibrar el líquido del oído interno. Cuando el líquido vibra, las células capilares son estimuladas, enviando corrientes nerviosas o impulsos al cerebro. La exposición al ruido excesivo por períodos prolongados sobreactiva las células nerviosas y capilares, ocasionando lesiones o daños, resultando en una pérdida permanente del oído.

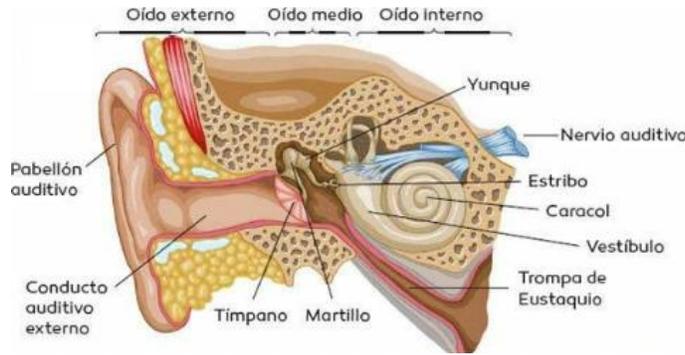


Fig. 29. Representación del oído humano

El deterioro de las células capilares aumenta también con la vejez resultando en una disminución de la agudeza auditiva.

Las molestias originadas por el ruido dependen de la magnitud con que supere el nivel de fondo acústico y también de la actividad que se realiza en un momento determinado. Se trata por tanto de un factor medioambiental que incide negativamente sobre la calidad de vida de los entornos residenciales.

Es por ello que gran parte de las denuncias y quejas en materia ambiental planteadas ante las autoridades tienen por objeto actividades que provocan ruido o vibraciones excesivas y molestas.

Condiciones generales para realizar las mediciones

Las mediciones se realizaron en horario diurno con velocidades del viento inferiores a 3 m/s, en ausencia de precipitación o pavimento mojado, en las condiciones más usuales de funcionalidad de los territorios (urbanismo del área residencial, actividad habitual de la vivienda y su entorno).

Las mediciones de ruido se efectuaron con el sonómetro a una altura entre 1,2 - 1,4 m sobre el Nivel de Trazado del Piso (NTP), con ángulo vertical del eje longitudinal entre 15 y 25 grados sexagesimales sobre la horizontal, a una distancia no mayor de un metro del contén de la acera ni menor de un metro de perfiles verticales (paredes de edificación, muros, arbustos, observador), con el micrófono perpendicular al eje longitudinal de la vía adyacente a las edificaciones de las viviendas y en su defecto a una distancia de tres m de las fachadas no colindantes de las edificaciones.

Los valores de los niveles sonoros obtenidos se compararon con los niveles máximos admisibles (NMA) y los niveles tolerables (NT) (tabla 11) de la norma de referencia; sobre esta base se definen los siguientes criterios:

- Leve: no afecta al medio ambiente y las actividades que realiza el hombre.
- Moderado: afecta al medio ambiente pero no al hombre o viceversa.
- Severo: afecta tanto al medio ambiente como al hombre.

Tabla 22. Valores establecidos por la Norma Cubana NC 26:2012.

Norma 26:2012	Niveles tolerables (NT)				Niveles máximos admisibles (NMA)	
	Áreas urbanizadas estables		Remodelaciones		Nuevas urbanizaciones	
L_{Aeq} [dB(AF)]						
	<i>Día</i>	<i>Noche</i>	<i>Día</i>	<i>Noche</i>	<i>Día</i>	<i>Noche</i>
Suburbano	73	73	70	64	59	59
Comercial	75	71	70	58	67	53
Tránsito	68	58	65	55	47	47
Instalaciones mecánicas e industriales	71	66	70	60	50	50
L₁₀[dB(AF)]						
	100		90		90	

L_{Aeq} [dB (AF)]: nivel equivalente continuo del ruido fluctuante. L₁₀ [dB (AF)]: nivel sonoro máximo

Tabla 23. Criterios para la evaluación de los niveles de ruido según Norma Cubana NC 26:2012

Grados de peligro	Rango (dB)	Significado	Peligro que representa
0	Más 5 dB inferiores a los valores de niveles máximos admisibles (NMA) establecidos en las normas.	Nivel de seguridad	Leve
1	Hasta 5 dB por debajo de los valores en caso de que coincidan los niveles tolerables (NT) con los máximos admisibles (NMA) se toman hasta un rango 5 dB por debajo de los NT.	Nivel de acción	Moderado
2	Por encima de los valores de Niveles tolerables (NT).	Peligro	Severo
3	Mayor que 100 dB (A).	Peligro grave	Muy Severo

Equipos utilizados en el monitoreo



Fig. 30. Sonómetro empleado en el estudio

Se utilizó para medir el Nivel de Presión Sonora un sonómetro integrador Clase 1 marca CESVA, modelo SC101 (figura 30), debidamente calibrado, posee un rango único de medición de 24 a 137 dB con preamplificador extraíble, lo cual no es necesario ningún ajuste de escala previo al inicio de la medición y por lo tanto es independiente del tipo de suceso sonoro a medir, además mide simultáneamente todas las funciones. El equipo no sólo realiza las mediciones, sino que también las comprobaciones y cálculos indicados en las normas, para obtener el resultado final.

El sonómetro incorpora dos tipos de respuesta denominadas rápida (fast) y lenta (slow), para el primer caso dispone de una constante de tiempo del circuito de promediado exponencial $t = 125 \text{ ms}$ y el segundo de una $t = 1 \text{ s}$. Para el estudio se seleccionó el segundo tipo de respuesta. Antes de comenzar las mediciones en cada uno de los puntos se calibró el equipo, empleando un calibrador acústico CESVA modelo CB006 que se ajusta en el sonómetro integrador para las correcciones de presión a campo libre del micrófono C-130/C-250 CESVA a 1 kHz.

Puntos de muestreos seleccionados para el estudio. Interpretación de los resultados

Se seleccionaron los quince puntos de muestreo para la determinación de los niveles de ruido, que coinciden con los seleccionados para el estudio de gases.

Teniendo en cuenta la NC 26:2012. “Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénicos sanitarios”, se evaluó el nivel sonoro obtenido a lo largo del trazado en las diferentes zonas definidas anteriormente.

Según acápite 7.4 del mencionado documento legal, que establece para el ruido de tránsito en zonas urbanizadas estables, en horario diurno un nivel tolerable (NT) 68 dBA, ya que en el período analizado, el nivel sonoro estuvo modulado por los sonidos provenientes de estas fuentes.

El ruido de tránsito es el sonido vinculado a fuentes del tránsito terrestre. Está compuesto por los ruidos de motores de vehículos, rodamientos, frenos, claxon, vibración de carrocerías y en general todo sonido asociado al desplazamiento mecánico o estacionamiento de vehículos.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 24. Niveles sonoros equivalentes continuos de fondo en cada segmento del trazado

Puntos de medición	Nivel sonoro equivalente continuo Leq (dB(A))	Evaluación NC 26:2012
Punto No. 1	65,3	68
Punto No. 2	60,1	68
Punto No. 3	77,3	68
Punto No. 4	66,2	68
Punto No. 5	59,7	68

Tabla 24. (Cont...)

Puntos de medición	Nivel sonoro equivalente continuo Leq (dB(A))	Evaluación NC 26:2012
Punto No. 6	69,2	68
Punto No. 7	66,2	68
Punto No. 8	79,4	68
Punto No. 9	67,4	68
Punto No.10	67,8	68
Punto No.11	58,7	68
Punto No.12	61,4	68
Punto No.13	65,8	68
Punto No.14	69,2	68
Punto No.15	66,1	68

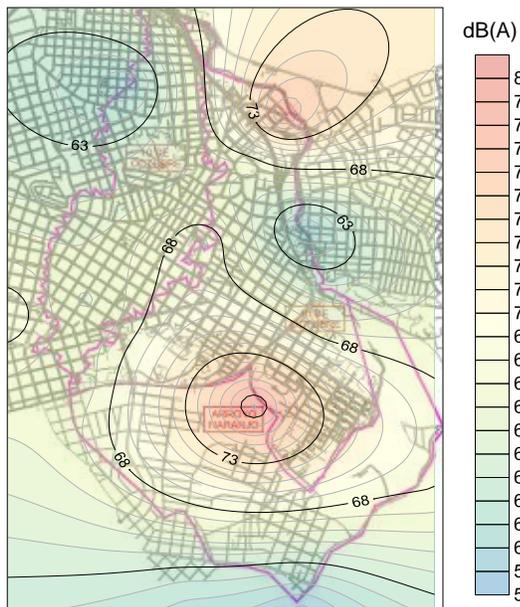


Fig.31 Niveles sonoros en el área de estudio. Fuente: Equipo ejecutor

Los niveles sonoros obtenidos se encuentran por encima de los niveles tolerables para el ruido de tránsito en áreas urbanizadas estables en el horario diurno en 4 de los 15 puntos monitoreados. Esto está fundamentado principalmente por el alto flujo vehicular existente en estas zonas y todo lo que esto genera. Al comenzar los trabajos con la maquinaria pesada para abrir las zanjas en las calles y las otras operaciones, se incrementarán estos niveles sustancialmente.

A continuación, se refleja el esquema con la distribución de los niveles sonoros equivalentes continuos (Leq LAF), tomando como base los datos obtenidos durante el monitoreo, empleando la herramienta digital Golden Software Surfer 12, a través del método geoestadístico de interpolación Kriging (figura 31). De esta forma se puede delimitar a través de tonalidades de colores los niveles de ruido, permitiendo ubicar espacialmente las zonas de mayor y menor valores de presión sonora, así como el área de influencia.

III.2.7 Aguas terrestres superficiales y subterráneas

Disponibilidad, manejo territorial del recurso y calidad del servicio a la población. Inventario y caracterización de las fuentes de abasto ubicadas dentro del área de impacto

El agua es vital para la existencia de todas las formas de vida, pero este preciado recurso está siendo progresivamente amenazado por el crecimiento de la población que demanda más agua de alta calidad tanto para los fines domésticos, como para las actividades económicas (Al-Janabi et al. 2012)

Actualmente se considera el agua como un recurso esencial que requiere la máxima atención de las naciones, por ser indispensable para la preservación de la vida y encontrarse expuesta al deterioro, en ocasiones irreversible, ocasionado por un uso irresponsable e intensivo del recurso (Castro et al. 2014).

Dentro del área de estudio no existen corrientes superficiales, pero asociada al proyecto, el río Luyanó es la más importante con una extensión lineal de aproximadamente 10,1 km, con un caudal variable

en dependencia a las condiciones estacionales. El área de su cuenca hidrográfica es de 30 km². El río en toda su extensión recibe aguas residuales industriales, domésticas, de drenajes pluviales y de alcantarillado, con escaso o ningún tratamiento. Esta corriente superficial se encuentra al Este del área de estudio (figura 32).



Fig.32 Ubicación del río Luyanó con respecto al área de estudio. Fuente: Google Earth

Es evidente que el agua del río Luyanó no puede utilizarse para el consumo, pero con acciones concretas para eliminar vertidos inadecuados será posible a largo plazo (proyectos futuros) emplearla en otras actividades. De manera territorial en La Habana el sistema público de abastecimiento de agua ofrece servicios a aproximadamente 2.2 millones de personas de 15 municipios de La Habana.

Existen 53 fuentes para el suministro de agua y su volumen de entrada es de aproximadamente 480,7 millones m³/año (1,317 millones m³/día), de las cuales, cuarenta son para el suministro de agua potable con un volumen de entrada de 475 millones m³/año (1,30 millones m³/día), y trece son salobres, con un volumen de entrada de 5,694 x 1,000 m³/año (15,600 m³/día).

Treinta y siete de las cuarenta fuentes de agua potable son aguas subterráneas de pozos profundos y las restantes tres fuentes provienen de embalses. El agua subterránea es tratada con cloro o hipoclorito de sodio para su desinfección, y luego se conducen por medio de tuberías de transmisión y estaciones de bombeo de refuerzo y son distribuidas directamente por bombas o a través de tanques de distribución elevados.

El agua de superficie es tratada en la planta de purificación (Planta de Filtros) por medio de un rápido proceso de filtración de arena, utilizando el sulfato de aluminio como coagulante, la cal para el ajuste del pH y el cloro como desinfectante. La capacidad de diseño de la planta es de 600 L/s (51,840 m³/día) y la capacidad de producción real es de 500 L/s (48,400m³/día).

De esta manera, el volumen total de agua de entrada o producida en los recursos hidráulicos se resume a continuación: el volumen de agua total es de 1,317,000 m³/día, el volumen de agua superficial tratada

en la planta de purificación es de 48,400 m³/día, el volumen de agua subterránea restante es de 1,268,600 m³/día.

Respecto a las condiciones de suministro de agua en La Habana, el suministro continuo durante 24 horas se ha limitado, generalmente se practica el de 10 horas. Por lo tanto, normalmente se utilizan los tanques de almacenamiento individuales.

Las normas cubanas de suministro establecen un volumen de suministro de agua per cápita de 220 lpcd de agua para uso doméstico en la ciudad para una población de 500,000 habitantes y 470 lpcd para uso institucional y público, parques, carreteras.

+ *Caracterización del escurrimiento superficial.*

En Cuba, las crecidas son consecuencia fundamentalmente de importantes escurrimientos producidos por precipitaciones muy intensas y sostenidas, donde hay una relación directa e inmediata entre intensidad – duración de las lluvias y la magnitud de las crecientes correspondientes, incidiendo, además, las características propias de la cuenca donde se generan las crecidas y la topografía del terreno. Los elementos climáticos (lluvia, intensidad y duración de la misma) y los relacionados con la cuenca (tipo de suelo, tipo de vegetación y cultivos, área y pendiente de la misma, red de drenaje, longitud y pendiente de los ríos, etc.), son los que influyen directamente en la ocurrencia de las mismas.

En las zonas no urbanas, donde se han practicado la mayoría de las investigaciones relacionadas con la hidrología, las precipitaciones caen sobre la vegetación, donde una pequeña parte es interceptada y el resto se infiltra dependiendo del tipo de suelo y su contenido de humedad. La cantidad de agua que no se infiltra se convierte en escurrimiento superficial, y de acuerdo a las condiciones topográficas, va a los cursos de agua o ríos más cercanos. Parte de ese escurrimiento se quedará en pequeñas depresiones y luego se infiltrará o evaporará.

Al urbanizarse una zona, como es el caso que nos ocupa, el ciclo hidrológico sufre grandes cambios. El escurrimiento superficial aumenta considerablemente al incrementarse las áreas impermeables, el cual irá, además, mucho más rápido a los cursos naturales o artificiales de agua. Es por ello que sobre estas superficies impermeables las pequeñas tormentas producirán escurrimientos apreciables, que no ocurrirían si dichas superficies fuesen permeables. Este aumento relativo del escurrimiento va a depender de la parte del área total que se transforma en impermeable. En definitiva los incrementos de las extensiones de las áreas urbanizadas repercuten en un aumento del volumen de los escurrimientos y de los gastos máximos (Ayala, 1989). Obsérvese en la figura 33. El hidrograma de una avenida y el efecto que la urbanización produce.

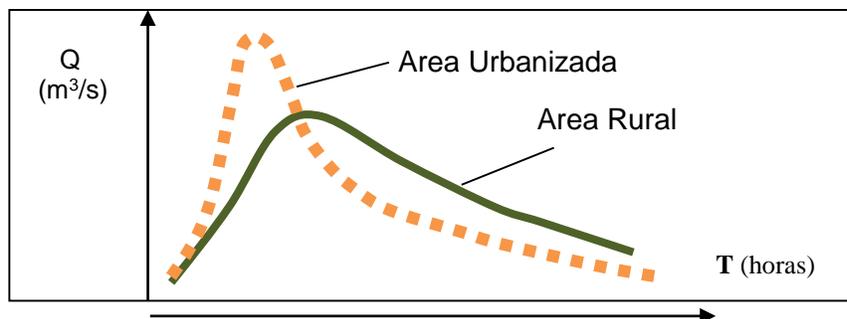


Fig.33 Hidrograma de escurrimiento superficial.

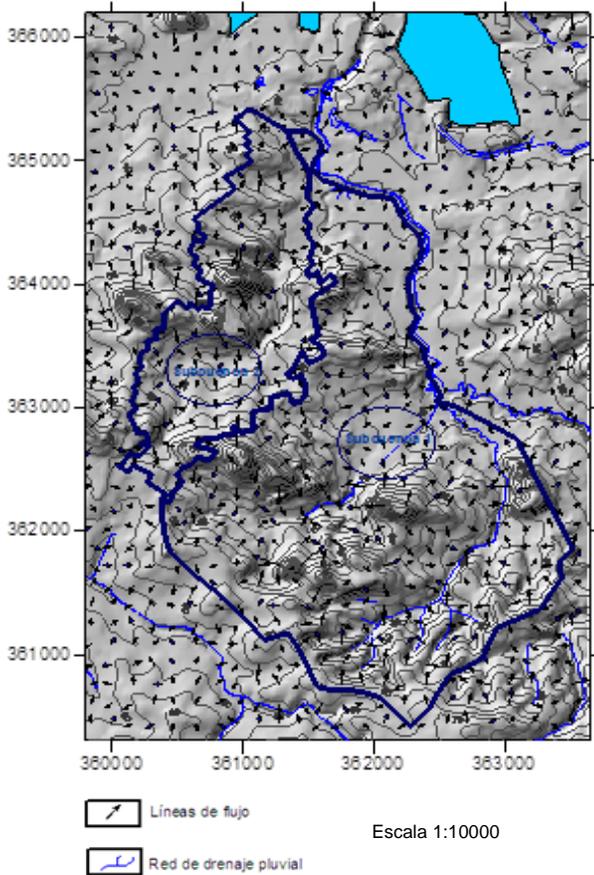


Fig.34 MDE sombreado con superposición de la red de drenaje pluvial del territorio, así como las direcciones posibles a seguir por los flujos de agua en el área de estudio. Fuente: Equipo ejecutor

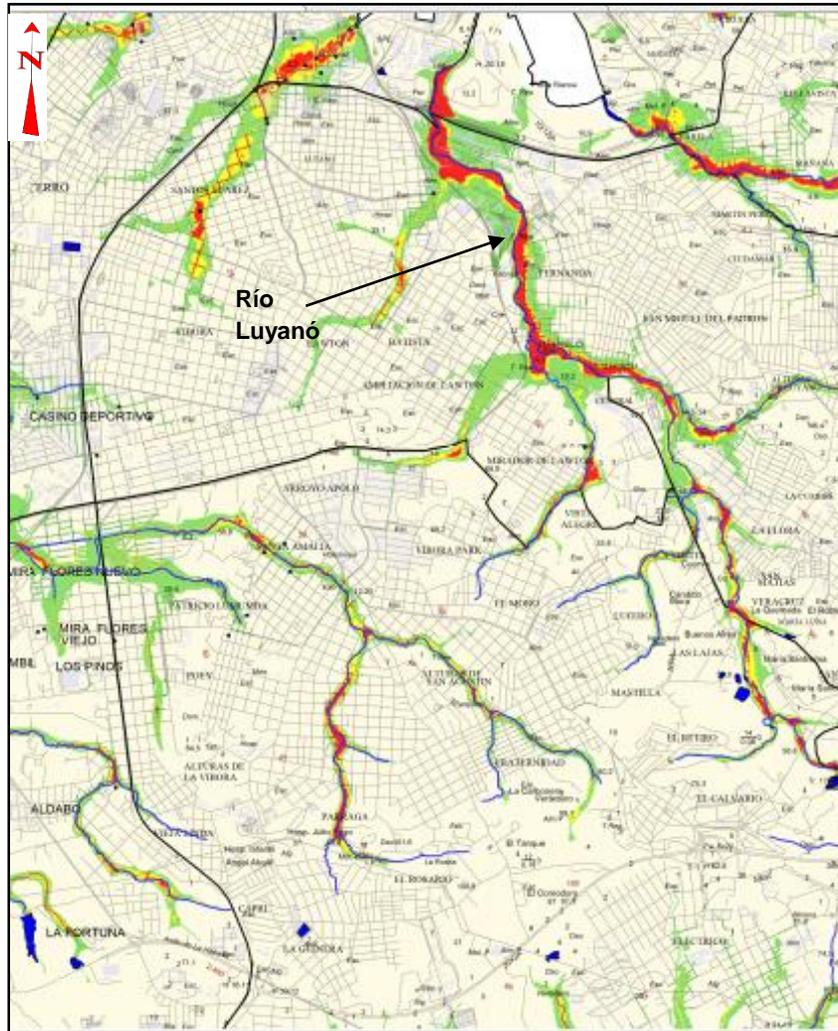
La dirección del drenaje superficial de las aguas indica que el agua corre siempre según los cursos naturales de drenajes por la morfología del terreno (figura 34), también se realiza el escurrimiento pluvial por lo que juega un papel importante el óptimo funcionamiento el sistema de drenaje para evitar encharcamientos antes que el agua siga su paso de forma natural en dirección noroeste siempre y cuando no encuentre a su paso algún objeto que le sirva de dique artificial.

Como se ha expresado anteriormente el área de estudio se encuentra ubicada en la región occidental de Cuba, donde existe la mayor frecuencia de ocurrencia de ciclones tropicales y disturbios migratorios extratropicales, fenómenos señalados como principales generadores de lluvias intensas, de acuerdo a la morfología del terreno. La probabilidad de ocurrencia de intensas lluvias en la zona, es alta, lo que dimensiona este peligro como de consideración.

También un sector del área se ubica muy cercana al plano de inundación del río Luyanó (figura 35), por lo que algunas de sus zonas están propensas a la acumulación de agua, máxime cuando las redes de drenajes no poseen un funcionamiento adecuado. La red de drenaje superficial de menor orden y estacional, esta completamente truncada por el grado de urbanización del territorio.

El drenaje superficial que ocurre en la actualidad esta fundamentalmente relacionado con la red vial y con el relieve subyacente. Este drenaje ocurre, por las calles que están dirigidas a favor de la pendiente del terreno

y que ligado al alto grado de impermeabilización del territorio, permite un alto escurrimiento y drenaje superficial por la ciudad. El peligro de ser afectadas por las inundaciones puede incrementarse, dadas las condiciones higiénicas sanitarias, con el vertimiento incontrolado y la no recogida de basura, sumado a la obstrucción y el deficiente funcionamiento de las redes de alcantarillado y del drenaje pluvial.



No	MUNICIPIO	CATEGORÍA DEL PELIGRO				Área total inundada (Km2)	Área total del municipio (km2)	% DEL ÁREA TOTAL
		SIN PELIGRO (Km2)	ALTO (Km2)	MEDIO (Km2)	BAJO (Km2)			
1	BOYEROS	99.83	14.89	1.28	11.12	27.29	132.6	20.58
2	HABANA DEL ESTE	113.96	9.26	2.7	14	25.96	142.74	18.2
3	GUANABACOA	110.81	5.82	2.65	9.51	18	129	14
4	ARROYO NARANJO	70.25	3.87	1.59	6.36	11.82	83.12	14.22
5	COTORRO	55.82	2.5	1.52	5.41	9.43	65.6	14.37
6	PLAYA	27.26	1.81	0.69	4.5	7	36.5	19.17
7	SAN MIGUEL DEL PADRÓN	22.34	0.55	0.58	1.82	2.95	25.3	11.66
8	REGLA	8.02	0.4	0.24	0.79	1.43	10.03	14.25
9	HABANA VIEJA	3.51	0.18	0.24	0.4	0.82	4.67	17.55
10	CENTRO HABANA	2.88	0.06	0.12	0.22	0.4	3.43	11.2
11	PLAZA	10.82	0.41	0.16	0.68	1.25	12.22	10.22
12	CERRO	7.69	0.37	0.28	2.02	2.67	10.36	25.77
13	MARIANAO	19.83	0.67	0.5	2.43	3.6	23.44	15.35
14	10 DE OCTUBRE	11.14	0.27	0.37	1.29	1.93	13	14.84
15	LA LISA	32.94	1.12	0.71	3.33	5.16	40.48	12.74
16	TOTAL	597.1	42.18	13.63	63.88	119.71	732.5	16.35

Fig.35 Análisis Espacial de la inundación por intensas lluvias en el territorio (Fuente AMA. CITMA)

✚ *Inventario y caracterización de los acuíferos subterráneos de la zona que pudieran ser afectados.*

Como se observa en el mapa (figura 36) no se han identificado formaciones acuíferas que puedan constituir una cuenca subterránea en el área de estudio. Aunque existen litofaciales terrígeno en zona del plano de inundación del río Luyanó y

el resto del área transita por litofacias carbonatadas-eclásticas y clásticas que constituyen acuíferos no cársicos con recursos de agua limitados (figura 37).

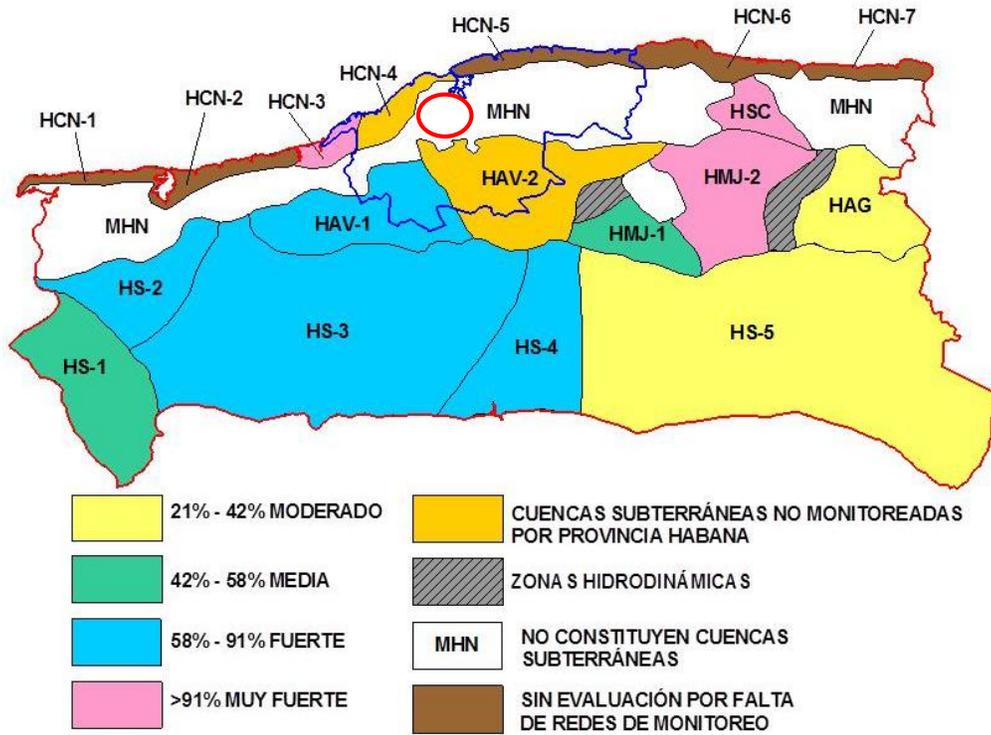


Fig.36 Mapa hidrogeológico

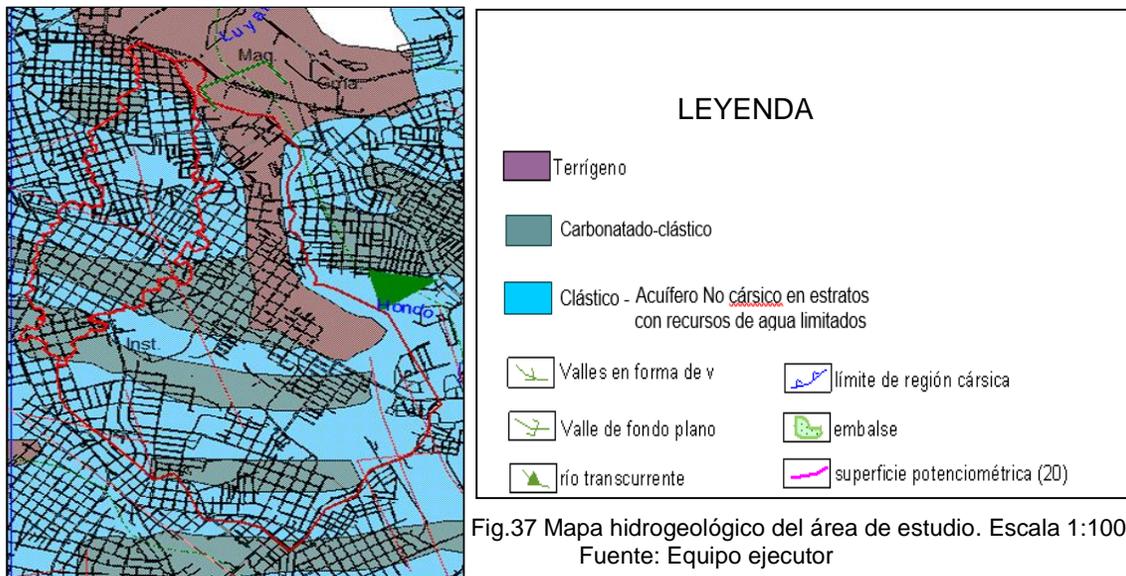


Fig.37 Mapa hidrogeológico del área de estudio. Escala 1:10000
Fuente: Equipo ejecutor

Evaluación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas

Se encuentra en ejecución por entidades acreditadas una red de muestreos en varios puntos de la cuenca que tributa a la bahía; entre los puntos principales se distinguen: río Luyanó, puente Alcoy, drenes Matadero, Agua Dulce, Factoría, Picota, Compostela, Damas, San Ignacio, Luz, Sol, Amargura, Obra Pía, Pérez.

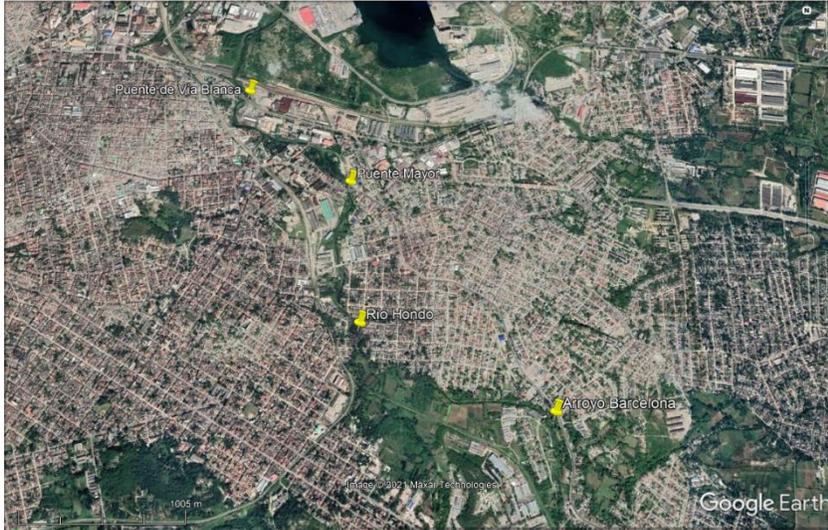


Fig.38 Puntos de muestreo en el segmento del río Luyanó.
Fuente: Google Earth

Las estaciones de muestreo han sido escogidas con la finalidad de obtener información representativa de las diferentes zonas de vida de la cuenca, subcuencas, y focos contaminantes identificados, además de evidenciar los impactos del proyecto (figura 38).

Uno de los muestreos más recientes fue realizado en noviembre 2017 (figura 39) en los siguientes puntos del tramo en la cuenca del río Luyanó: el puente de Vía Blanca (5718), Puente Hondo (5719), Arroyo Barcelona (5720), Puente Mayor (5721).

Los valores normalizados de los parámetros para el agua muestreada, se tomaron de las normas WHO: 2006 (2006); NC-22:1999 (1999); NC-25:1999 (1999) y NC-27:2012 (2012).

Los valores de los índices establecidos en estas normas para que un cuerpo sea clasificado de buena calidad son: OD > 5 mg/L; pH de 6,5 a 8,5; DBO₅²⁰ < 3 mg/L; DQO < 15 mg/L; CT < 5x10³ NMP/100 mL y CF < 1x10³ NMP/100 mL.

El pH del agua osciló entre 7,62 y 7,69, que corresponden a un agua ligeramente alcalinizada y estuvieron influidos por la carga de materia orgánica que llega al río.

En todos los casos las concentraciones de OD fueron < 5 mg/, donde la zona del río con menor

disponibilidad del gas en el agua se ubicó en Puente Mayor (5721). En los restantes puntos los valores fueron inferiores a 4,4 mg/L, típicos de un cuerpo de agua hipóxico. En toda su extensión, el río es receptor de aguas residuales de variada naturaleza, con un alto consumo biológico de OD. El predominio de concentraciones de OD, inferiores a los valores fijados por las normas de calidad del agua NC-25:1999 (1999) y WHO: 2006 (2006) con tenores inferiores a 4 y 5 mg/L, es un indicador del deterioro de la calidad del agua del río.

RESULTADOS									
Muestra	pH (u); T (°C)	CE (µS/cm) 25 °C	DBO ₅ ^{20°C} mg/L	DQO mg/L	O ₂ dis mg/L	T (°C)	SS mL/L	CT NMP/100 mL	CTT NMP/100 mL
5718	7,63;25,1	1177	13	26	3,8	25,3	1,4	7,9X10 ⁶	1,7X10 ⁵
5719	7,69;25,1	839	11	28	4,0	26,7	1,0	1,1X10 ⁵	6,8X10 ⁴
5720	7,62;25,1	813	6	26	3,8	26,4	0,3	3,3X10 ⁵	1,1X10 ⁴
5721	7,65;25,1	841	7	31	2,4	27,0	0,7	7,8X10 ⁵	4,5X10 ³
Valor de incertidumbre (U)	±0,038 u.	±0,16 mS/ cm	±11 %	±7 %					

Muestra	c(Cd) (mg/L)	c(Cr) (mg/L)	c(Fe) (mg/L)	c(Cu) (mg/L)	c(Mn) (mg/L)	c(Ni) (mg/L)	c(Pb) (mg/L)	c(Zn) (mg/L)
5718	6x10 ⁻³	<3x10 ⁻²	9x10 ⁻²	<8x10 ⁻³	1x10 ⁻¹	3x10 ⁻²	8x10 ⁻²	<2x10 ⁻²
5719	5x10 ⁻³	<3x10 ⁻²	5x10 ⁻²	<8x10 ⁻³	1x10 ⁻¹	4x10 ⁻²	7x10 ⁻²	<2x10 ⁻²
5720	5x10 ⁻³	<3x10 ⁻²	<5x10 ⁻²	<8x10 ⁻³	<2x10 ⁻²	2x10 ⁻²	6x10 ⁻²	<2x10 ⁻²
5721	4x10 ⁻³	<3x10 ⁻²	1x10 ⁻¹	<8x10 ⁻³	1x10 ⁻¹	5x10 ⁻²	7x10 ⁻²	<2x10 ⁻²
Valor de incertidumbre (U)	±8 %	±7%	±6%	±3%	±5 %.	±3%	±11 %.	±8 %.

Fig 39. Resultados del muestreo analizado por la ENAST. Nov 2017.

Estas concentraciones pueden incidir en la reducción de la supervivencia de cualquier forma de vida. Todo esto amparado en los niveles DBO₅²⁰ y DQO obtenidos, cuyos valores corresponden a un agua de mala calidad.

Desde el punto de vista microbiológico las concentraciones de CT y CTT en todas las muestras a lo largo del río, superaron los umbrales fijados por la WHO: 2006 (2006) y las NC-22: 1999 (1999) y NC-25:1999 (1999), restringiendo el empleo del agua del río para consumo humano, actividades recreativas y pesca.

Indice	Calidad BUENA	Calidad DUDOSA	Calidad MALA
OBLIGATORIOS			
Oxígeno disuelto (mg/L)	Mayor que 5	De 2 a 5	Menor que 2
DBO ₅ (mg/L)	Menor que 3	De 3 a 8	Mayor que 8
DQO (mg/L)	Menor que 15	De 15 a 30	Mayor que 30
pH	De 6,5 a 8,5	De 5 a 6,5 De 8,5 a 9,5	Menor que 5 Mayor que 9,5
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Menor que 5x10 ³	De 5x10 ³ a 10 ⁴	Mayor que 10 ⁴

Fig.40 Índices para los cuerpos de agua dulce de uso pesquero
Fuente: NC-25:1999

III.2.8 Aguas marinas

Dentro de los objetivos fundamentales del proyecto se definió la eliminación de los vertimientos de residuales líquidos que afectan la calidad del agua del río Luyanó, pero también de la bahía como cuerpo receptor final. Por tal razón no se puede excluir este accidente geográfico del EsIA, haciendo énfasis en la calidad actual del agua porque existen estudios bien detallados de la dinámica de las corrientes, batimetría y otros.

El área de drenaje hacia la bahía está formada por las cuencas hidrográficas de los ríos Luyanó (28,1 km²), Martín Pérez (12,2 km²) y el Arroyo Tadeo (2,2 km²). Se suman las aguas procedentes del escurrimiento superficial y las zonas servidas por los drenajes pluviales de la ciudad, que descargan sus aguas directamente en la bahía (figura 41).

Los aportes de los ríos antes mencionados definen en la bahía una circulación de las aguas en el interior de tipo estuarina regida por las acciones combinadas de la marea, los aportes de agua dulce y la morfología de sus costas y fondos.

Los aportes constantes de agua dulce al acuatorio a través de los ríos y drenajes que descargan en su interior volúmenes mayores a los 400 000 m³ diarios, han provocado que sus aguas se encuentren estratificadas de manera que aparecen dos capas de aguas bien diferenciadas: una superficial menos densa (mayores temperaturas y menores salinidades) y una de fondo más densa; pudiéndose clasificar la bahía desde el punto de vista hidrodinámico como un estuario parcialmente estratificado. Esto provoca que en la circulación de las aguas juegue papel decisivo el aporte de agua dulce que crea una circulación estuarina: salida neta de agua por el estrato superficial y entrada neta por el fondo, de manera que el papel de la marea, factor que rige la circulación de las aguas en casi todas las bahías cubanas, en este caso particular se circunscribe al comportamiento de las velocidades de las corrientes.

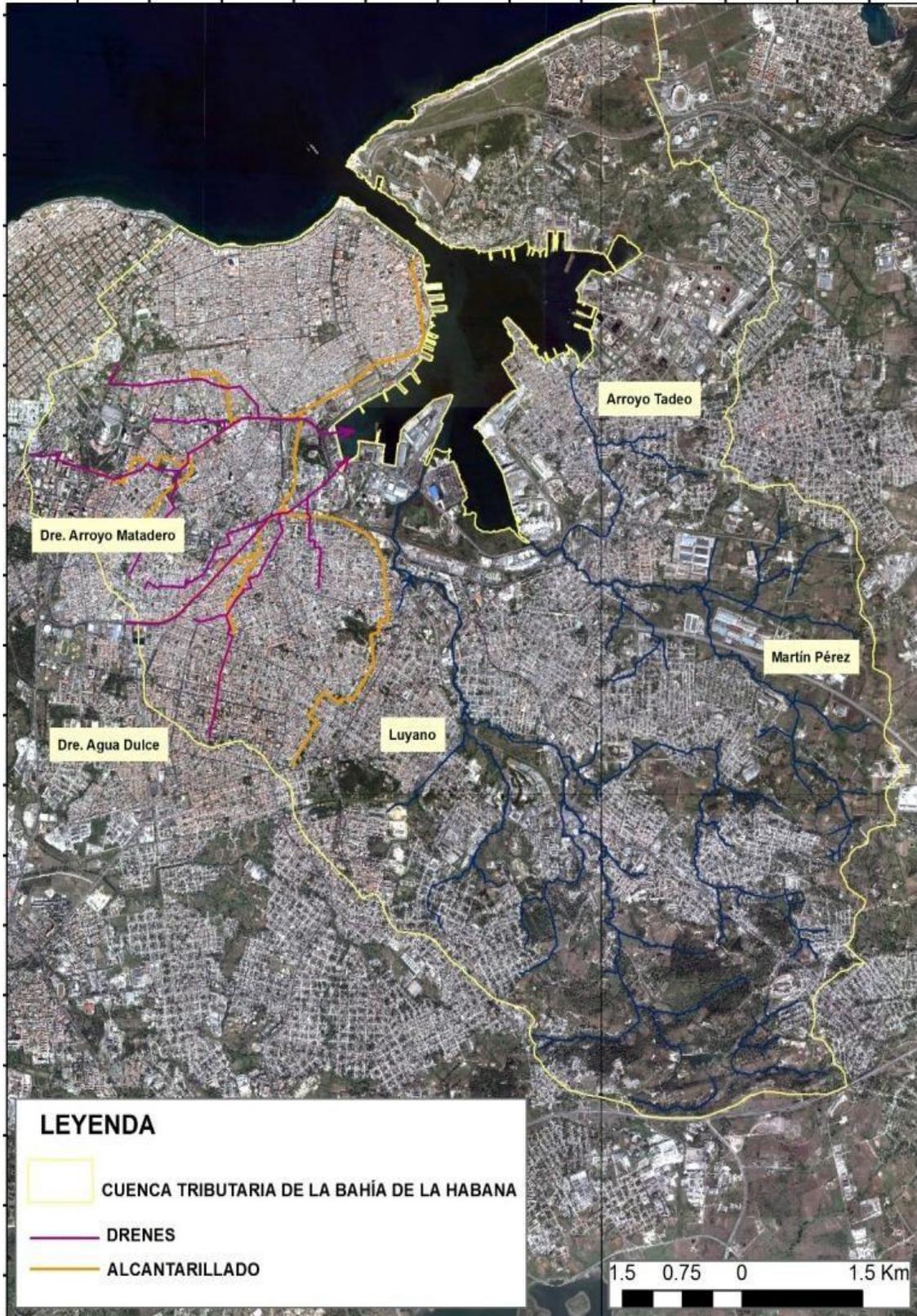


Fig.41 Sistema de alcantarillado y drenes pluviales que desembocan en la bahía
Fuente: Plan de Ordenamiento Urbano de la Bahía de La Habana, 2015

En la tabla 25 se muestran los caudales y cargas orgánicas de los afluentes a la bahía.

Tabla 25. Caudales y cargas contaminantes

Afluentes	Caudal (m ³ /d)	%	DBO ₅ (t/d)	%	SST (t/d)	%	NT (t/d)	%
Río Luyanó	290988	41	5,75	17	10,67	24	2,14	19
Río Martín Pérez	102876,4	15	1,66	5	2,89	7	0,63	6
Arroyo Tadeo	11687,76	2	0,59	2	0,74	2	0,18	2
TOTAL RIOS	405552,16	57	8,0	24	14,3	33	2,95	26
Dren Agua Dulce	157168,33	22	14,98	44	17,15	39	3,99	36
Dren Matadero	140952,67	20	9,97	29	10,64	24	3,93	35
Dren San Nicolás	4507,08	1	1,08	3	1,7	4	0,28	3
TOTAL DRENAJES	302628,08	43	26,03	76	29,49	67	8,2	74
TOTAL	708180,24	100	34,03	100	43,79	100	11,15	100

Fuente: Plan de ordenamiento urbano de la Bahía de La Habana, 2015

De acuerdo con los resultados de los datos sobre la calidad del agua obtenidos por CIMAB en el 2012, así como de los resultados de las investigaciones de campo realizadas durante el Estudio y otras informaciones reportadas, las características de la contaminación del agua en la Bahía de La Habana pueden resumirse de la siguiente forma:

- a) Las concentraciones de OD en la estación 4 (ensenada de Atarés) de la Bahía de La Habana con una cifra de 4,24 mg L⁻¹ se clasifica como *dudosa* según Norma Cubana NC 25:1999. Estos resultados pudieran estar relacionados a la influencia que ejercen las aguas residuales que llegan a esas estaciones. La ensenada de Atarés recibe las mayores cargas orgánicas directas a través de los drenajes, por lo que la entrada de las aguas negras en esta estación ocurre de manera continua durante todo el año, contribuyendo significativamente al deterioro de la calidad de sus aguas (Beltrán, Pérez, Gómez y Regadera, 2013).



Fig.42 Puntos de muestreo en la Bahía de La Habana. Fuente: CIMAB, 2012

- b) Los compuestos nitrogenados presentaron altas concentraciones, reflejando un deterioro de la calidad del agua en este ecosistema. Los valores de estos iones (nitrato, nitrito y amonio), en todas las estaciones, se encuentran en el intervalo que permite clasificar el agua de dudosa y/o mala calidad, según lo reportado en la Norma Cubana NC 25 (figura 43).

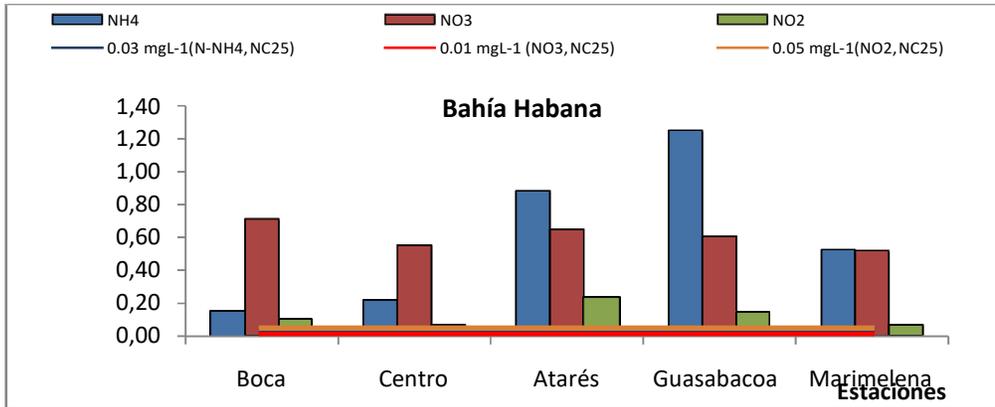


Fig.43 Concentraciones de los compuestos nitrogenados obtenidos. Fuente: CIMAB, 2012

- c) La concentración de fósforo varía según la estación y la zona. En las zonas de Atarés y Guasabacoa se aprecian altas concentraciones de fósforo (figura 44). Del gradiente de la concentración puede deducirse que la principal fuente externa de fósforo es la descarga proveniente de los ríos y de los canales de drenaje pluvial.

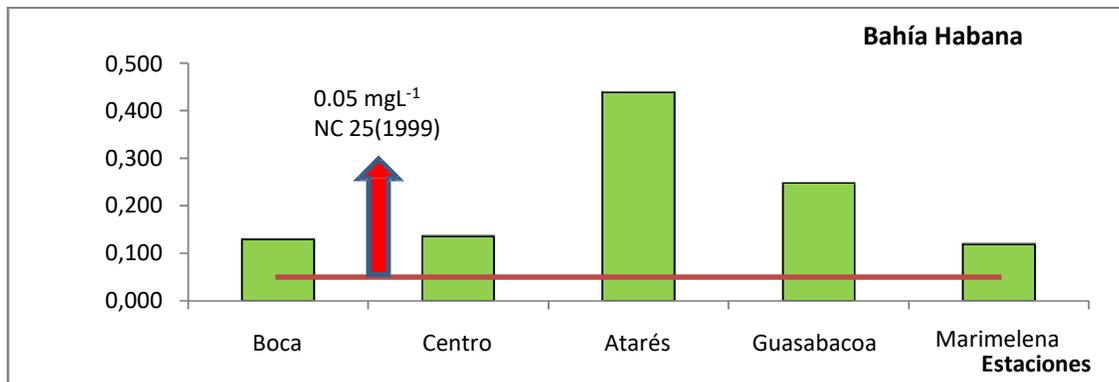


Fig.44 Concentraciones de los fosfatos. Fuente: CIMAB, 2012

- d) Los valores de coliformes termotolerantes se compararon con la concentración límite reportada en la Norma Cubana NC 22:1999 para contacto indirecto, salpicaduras u oleadas, siendo el mismo de 1.10^3 NMP 100 mL^{-1} (ONN, 1999b). Las medias geométricas de coliformes termotolerantes en las cinco estaciones fueron superiores a 1.10^3 NMP 100 mL^{-1} . Esto demuestra que la calidad bacteriológica del agua de la bahía se mantiene comprometida desde el punto de vista sanitario (figura 45).

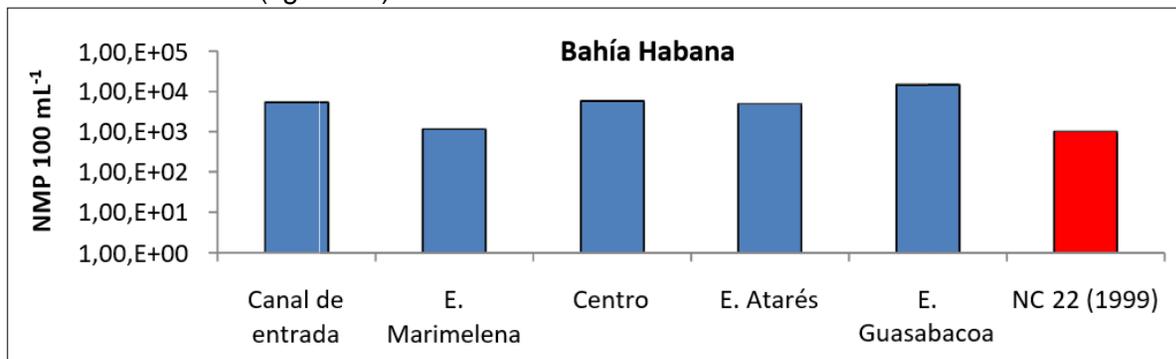


Fig.45 Concentraciones de coliformes termotolerantes en la bahía. Fuente: CIMAB, 2012

- e) Aunque se midieron los niveles de fitoplancton y de clorofila-a_ dos parámetros muy importantes para evaluar el nivel de eutroficación+_ la inconsistencia en los resultados de ambos parámetros dificulta la comprensión de las características de la producción primaria en la bahía. Como tendencia general, el Canal de Entrada (Boca) y el Centro de la Bahía muestran una más alta concentración de clorofila-a.

Las concentraciones de fitoplancton en el Canal de Entrada y en Atarés son relativamente altas. Si se compara con el nivel de nutrientes (nitrógeno y fósforo inorgánicos) en la bahía, puede afirmarse que la concentración de clorofila-a es relativamente baja.

III.2.9. Caracterización de la biota

Flora

- + Tipos de vegetación y formaciones vegetales terrestres.

La zona de estudio presente un alto grado de antropización. Según clasificación de Capote y Berazaín, (1984) y J. Reyes (2010), en este tipo de escenario se manifiesta una vegetación ruderal o comunidad vegetal que se desarrolla en los medios o estaciones construidos por el hombre.

En estadios sucesionales el estrato arbóreo de 5-10 m de altura estrato arbóreo de 5-10 m de altura existente aunque fragmentado por la acción humana se desarrolla sobre ecotopos poco desarrollados, la mayor parte de los individuos no presentan signos de estrés hídrico o degradación. Los ejemplares han sido plantados para belleza al entorno de parques e intersecciones en los viales (figura 46).

En las márgenes del río Luyanó se realizaron levantamientos sobre perfiles perpendiculares al cauce



Fig 46. Punto 1(Framboyán amarillo).

Punto 9 (Ocuje).

Punto 10 (Marpacífico)

del río que cubrieron el área de estudio, ubicados a partir de la observación de los cambios geomorfológicos y de la distribución de las fitocenosis. La marcha ruta, las fotos satelitales y los mapas cartográficos se usaron como métodos fundamentales. En esta área se manifiestan las formaciones de vegetación secundaria (herbazales y matorrales en ecotopos de bosque semideciduo), que son comunidades vegetales producto de la degradación de la vegetación natural y su complejidad estructural se relaciona con niveles de su desarrollo sucesional. Esta formación aunque está degradada aún presenta algunas especies originales. Entre sus componentes se encuentran: *Pisonia aculeata*, *Guazuma ulmifolia*, *Serjania diversifolia*, *Trichilia havanensis*, *Piper articulatum*, *Piper amalago*, *Ipomoea tiliácea*, *Cupania glabra*, *Cordia gerascanthus*, *Commelina erecta*, *Bursera simaruba* y *Cecropia schreberiana*.

Los matorrales secundarios están constituidos por especies ruderales principalmente arbustivas con una altura que no sobrepasan los 2m. Entre las especies que la integran están: *Dichrostachys cinerea* y *Acacia farneciana*, así como *Ricinus officinalis*.

✚ Inventario y distribución de las especies características en el área de estudio

A continuación en la tabla 25 se relacionan las especies florísticas principales observadas durante la etapa de campo. Algunos árboles y arbustos, especies herbáceas en parches, que cubren la superficie del antropizado suelo de esta área de estudio. Los robles, ocujes, majagua, flamboyán y ficus, son las especies predominantes en estos municipios, estos ejemplares unidos a algunos frutales están sembradas en patios, parques y avenidas. Mucho de ellos interfieren las redes eléctricas y de comunicación por lo que se deben mantener las regulaciones de poda, establecidas por la Dirección Provincial de Áreas verdes y la Empresa Eléctrica, como parte de las medidas para mitigar los problemas que ocasionan los vientos de los organismos ciclónicos tropicales, y principalmente los de categoría de huracán.

Tabla 25. Especies más comunes o representativas en el área de estudio.

Nombre científico	Nombre común	Utilidad
<i>Hibiscus elatus</i>	Majagua	Medicinales y maderable
<i>Delonix regia</i>	Flamboyán rojo	Ornamental
<i>Peltophorum pterocarpum</i>	Flamboyán amarillo	Ornamental
<i>Prunus dulcis</i>	Almendra	Alimento humano
<i>Argemone mexicana</i> L.	Cardo Santo	Alimento humano
<i>Agave furcroides</i>	Magüey	Alimento, medicinal
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásima	Medicinal
<i>Jatropha curcas</i> L.	Piñon botija	Ornamental
<i>Ceratonio ciliqua</i>	Algarrobo	Maderable
<i>Papaver rhoeas</i>	Amapola roja	Ornamental
<i>Hibiscus</i>	Marpacífico	Ornamental
<i>Croton tiglium</i>	Crotón	Alimento, medicinal
<i>Ixora coccinea</i>	Ixora	Ornamental
<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	Ornamental
<i>Quercus robur</i>	Roble	Maderable
<i>Calophyllum antillanum</i>	Ocuje	Maderable, medicinal
<i>Areca catechu</i>	Areca	Ornamental
<i>Cocos nucífera</i>	Coco	Comestible y medicinal

✚ Localización de especies raras, endémicas o en peligro de extinción, de valor comercial y susceptible de aprovechamiento.

Sobre el criterio de trabajo de campo y evaluación del lugar, no se identificaron especies raras o amenazadas de extinción.

✚ Análisis de biomasa y productividad de las especies dominantes

A pesar de que el área de estudio comprende una zona muy antropizada, con presencia de especies secundarias, es evidente la producción de biomasa natural en un sector representativo de las márgenes del río, en esa parte el suelo recibe el aporte de nutrientes necesario, lo que se evidencia por la abundante vegetación.

Se manifiesta la sucesión ecológica o intraversional, es decir de manera natural el ecosistema en su propia dinámica interna ha sustituido algunas especies por otras capaces de resistir los grados de antropización.

✚ *Presencia de ecosistemas frágiles o de alta vulnerabilidad*

El ecosistema sustentado por el río se considera uno de los más vulnerables, el resto de las especies mantienen un ciclo normal de desarrollo, se observaron ejemplares juveniles y adultos de varias familias de las listadas.

Fauna

✚ *Inventario y distribución de la fauna terrestre, acuática*

La presencia de aves endémicas es muy limitada ya que estas son propias de ecosistemas naturales y solamente se encuentran como aves residentes permanentes aquellas más comunes y adaptadas a ambientes antropizados y a convivir en zonas cercanas a la actividad del hombre. No obstante, varias veces los vecinos han notado la presencia de zunzunes, y del grupo de los reptiles el *Anolis homolechis* (lagartija de cresta), únicos endémicos reportados.

Las aves migratorias neotropicales que constituyen casi el 50% de la avifauna pueden encontrarse durante los meses de migración (septiembre, octubre y marzo-abril).

Así como durante el invierno se encuentran residentes invernales. Estas aves están representadas básicamente por terrestres y las migratorias más comunes.

Resulta obvio que el estado de alteración que actualmente tiene esta área, afecta tanto la representatividad de especies, como la abundancia en que estas pudieran encontrarse.

La rehabilitación de los parches boscosos y la eliminación de los contaminantes que se vierten al río elevarían los valores florístico y faunístico del lugar convirtiéndolo en una zona de grandes atractivos recreativos.

Tabla 26. Composición de la fauna más común en el área de estudio.

Grupos taxonómicos	Especies	Nombre común
<i>Mamíferos</i>	<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro
	<i>Felis silvestris catus</i>	Gato
	<i>Mus musculus</i>	Ratón doméstico
<i>Reptiles</i>	<i>Cuban curlytail lizard</i>	Bayoya
	<i>Anolis homolechis</i>	Lagartija de cresta
	<i>Anolis sagrai</i>	Lagartija común o chinito
	<i>Anolis porcatus</i>	Lagartija verde
<i>Aves</i>	<i>Columbina passerina</i>	Tojosa
	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma rabiche
	<i>Melopyrrha nigra</i>	Negrilo
	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión
	<i>Chlorostilbon ricordii</i>	Zunzún
	<i>Streptopelia risoria</i>	Tortola doméstica
	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica
<i>Insectos</i>	<i>Culícido</i>	Mosquito
	<i>Phlebotomus papatasi</i>	Jején

En los reptiles, el género *Anolis* representado con cinco especies, las que se encuentran bien difundidas por el área de estudio, *Anolis sagrei* y *Anolis porcatius* fueron las vistas con mayor frecuencia, principalmente en los horarios de la mañana, termoregulando en troncos de árboles o postes de cercas.

El grupo animal más representativo resultó ser la Clase Aves con siete especies distribuidas en familias y géneros.

Entre las familias las mejores representadas fue la familia Ardeidae y Columbidae, con cuatro y tres especies, de las cuales se observaron una gran cantidad de individuos, lo mismo en bandos, *Streptopelia risoria* (Tortola doméstica), como solitaria *Zenaida macroura* (Tojosa), además del negrito (*Melopyrrha nigra*) y los gorriones (*Passer domesticus*) que en cada punto del trazado se manifestaban con gran adaptación.

Estado de conservación de las especies

El estado de conservación de la fauna del área evaluada se considera aceptable, ya que no se ha perdido del todo la fauna y la flora, existe cierto nivel de biodiversidad.

Se inventariaron varias especies, lo que ofrece una medida de que a pesar del área de estudio estar muy antropizada, las condiciones de hábitat todavía muestran equilibrio para los distintas familias presentes, permitiendo el establecimiento de los grupos zoológicos.

Localización de los sitios tróficos de importancia para las especies de la fauna

Los principales sitios tróficos se encuentran, en los parches donde predominan los árboles de gran tamaño, que mantienen relativa estabilidad de su integridad y fisonomía, también la vegetación secundaria se comporta como espacios para la alimentación de algunas especies.

Esta vegetación aporta alimentos y biomasa para la cadena alimenticia, principalmente para grupos conspicuos e indicadores como las aves las que fueron significativas, en cuanto a riqueza de especies y número de individuos.

Existen especies utilizadas como mascota que a la vez cumplen funciones ornamentales por el colorido de su plumaje, en este caso las más comunes *Tiaris canora* (Tomeguín del pinar) y *Tiaris olivacea* (Tomeguín de la tierra).

Asociación del hábitat de la fauna con determinados ecosistemas. Estabilidad en el equilibrio; relaciones ecológicas.

La fauna en el área está asociada esencialmente a la presencia de vegetación arbórea, presente en los pequeños parches existentes, y poblaciones de vegetación secundaria.

Los árboles con una altura promedio del techo de la vegetación de 8-15 m, propician condiciones beneficiosas para la fauna, principalmente a las aves, a las que brindan mayor probabilidad de protección, refugio y alimentos, debido a la existencia de frutas e insectos que en estas plantas conviven. Partiendo de la teoría del equilibrio dinámico, que plantea que los ecosistemas raramente están en un punto estable.

Se mantienen abiertos al intercambio de materia y energía de sus alrededores, están muy influenciados por perturbaciones periódicas tanto de origen natural (eventos meteorológicos) como humana (acciones antrópicas), que afectan su estructura interna y funcionamiento.

A pesar de las grandes afectaciones por vertimiento de residuales y actividades humanas, se mantiene una sola unidad ecológica en la que la fauna se ha insertado y hasta el momento se percibe una armonía determinada.

✚ **Migraciones de las especies de importancia de la fauna**

No se evidenciaron migraciones representativas de las especies terrestres de la fauna, si dentro de las aves, según los pobladores en ocasiones se observa un grupo de periquitos (*Melopsittacus undulatus*) que temporalmente se estacionan y luego se marchan.

✚ **Áreas protegidas límites y categorías de manejo**

No existen áreas protegidas estrictas que limiten o se encuentren dentro de la zona objeto de estudio.

✚ **Áreas de alta sensibilidad ambiental y sus limitaciones con respecto al proyecto**

Como se ha mencionado anteriormente, la tecnología a emplear para la ejecución de la obra es a zanja abierta, por esta razón los animales y plantas que cohabitan en los parques e intersecciones no recibirán impactos significativos; las afectaciones por ruidos o movimientos de maquinarias se manifestarán de manera temporal.

✚ **Cadenas tróficas y ecología de vectores**

En el caso de los insectos, dentro de las especies que pueden comportarse como vectores se encuentran: los mosquitos (*Culicidae*) y jejenes (*Ceratopogonidae*) en densidades medias. A continuación se muestran algunos ejemplos de las cadenas tróficas establecidas en la zona de estudio, donde se expone los ejemplares que integran las cadenas de alimentación (figura 45). No todos los ejemplares incluidos en el esquema fueron observados, pero son representantes de esas especies que cumplen la misma función.

Ecosistema terrestre



Fig 47. Cadenas tróficas que pueden manifestarse.

✚ **Ciclos bioquímicos**

Los ciclos bioquímicos son de vital importancia para el restablecimiento de los elementos nutritivos en el suelo, dando lugar al surgimiento y propagación de la vida vegetal.

En el caso del área evaluada se han visto afectados por las labores de saneamiento o limpieza de los parques fundamentalmente, aunque en algunos se mantiene hojarasca.

La cantidad de materia utilizable por los organismos descomponedores no es aceptable y por consiguiente el aporte de nutrientes (ozono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, calcio, sodio, azufre, fósforo, potasio) al suelo no se realiza con la frecuencia natural necesaria.

✚ **Procesos de interdependencia: clima-vegetación-suelo; clima-relieve-vegetación**

El proceso de interdependencia clima-vegetación-suelo no es el mismo de hace décadas atrás, ha sido afectado por la actividad humana, sin embargo se mantiene cierta cubierta forestal que no permite

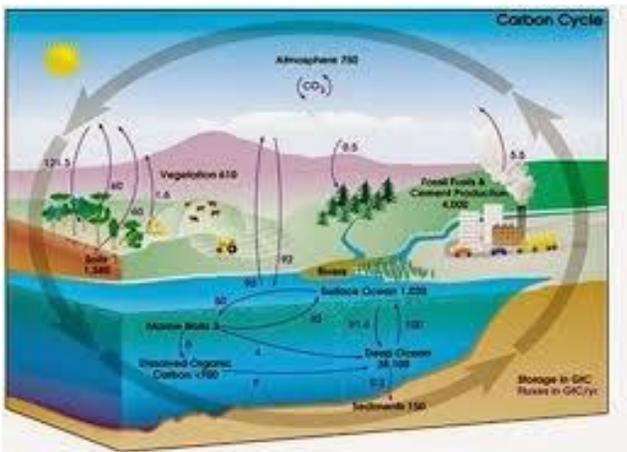


Fig 48. Ciclo bioquímico en los ecosistemas.

que el suelo quede expuesto al intemperismo y ocurra mayor influencia de los factores climáticos (lluvias y vientos).

La cubierta forestal proporciona condiciones que permiten procesos muy dinámicos en cuanto al ciclo de nutrientes y a la descomposición de la materia orgánica, con la consiguiente formación de compuestos y ácidos órgano-minerales que regulan el lavado y lixiviación de nutrientes y arcilla. Al ocurrir alteraciones mayores en este sistema todo el proceso se verá afectado.

En el área de estudio los residentes no son una amenaza para la flora actual, la mayor parte condenan la tala de los arboles presentes y de esta manera están propiciando el correcto desarrollo del ciclo hidrológico donde la vegetación cumple un papel importante.

La evapotranspiración constituye un importante componente del ciclo y balance del agua. Se estima que un 70% del total de agua recibida por una zona (precipitación) es devuelta a la atmósfera a través del proceso.

III.2.10 Caracterización económica, social y cultural

- ✚ *Relaciones económicas y laborales.* Análisis de las relaciones económicas y laborales del territorio, estableciendo diferencias según el tipo de propiedad estatal, mixta o privada.

Este proyecto define la propuesta definitiva de diseño de las redes de alcantarillado para la evacuación de las aguas residuales de una parte de los municipios Arroyo Naranjo y Diez de Octubre, presentando en los planos de plantas y perfiles longitudinales el trazado y dimensionamiento final de la red colectora de la margen izquierda del río Luyanó que tributará al Colector Sur Nuevo, siendo así, es necesario para este proyecto conocer la base de la valoración económica-social y cultural de cada uno.

El municipio Diez de Octubre tiene una extensión territorial de 12,27 km² que representa el 2 % del total provincial (figura 49), abarca 1227 hectáreas de tierra, de las cuales dedica el 100 % a uso no agrícola. Está situado en los 23°08' Norte y los 82°23' Oeste. Límites: al Norte los municipios de Regla y La Habana Vieja, al Este el municipio de San Miguel del Padrón, al Sur el municipio de Arroyo Naranjo, al Oeste el municipio de Cerro. Existen nueve Consejos Populares: Luyanó, Jesús del Monte, Lawton, Vista Alegre, Acosta, Sevillano, Víbora, Santos Suárez y Tamarindo.



Fig.49 Ubicación del municipio Diez de Octubre

Por ser una zona altamente urbanizada la agricultura no es representativa y solo existen cultivos mediante organopónicos. Entre sus industrias fundamentales están: alimentaria, sideromecánica, talleres ferroviarios, de envases metálicos para medicamentos, y textil.

 **Fuerza de trabajo calificada.**

La educación es un proceso de socialización y endoculturación de las personas a través del cual se desarrollan capacidades físicas e intelectuales, habilidades, destrezas, técnicas de estudio y formas de comportamiento ordenadas con un fin social. En los pobladores de este sitio existe un nivel de escolaridad diverso, independientemente de la situación socioeconómica que presentan, se esfuerzan por adquirir una mayor superación para lograr grados científicos, nivel superior, técnico medio, bachiller, noveno grado y sexto grado. En la tabla 27 se muestra la distribución de la fuerza de trabajo por categoría ocupacional (periodo 2013-2016), así como los graduados por tipo de educación (tabla 28)

Tabla 27 Distribución de la fuerza laboral en el territorio (periodo 2013-2016)

CONCEPTO	2012	2013	2014	2015	2016
Total	...	41 918,0	16 225,0	17 852,0	38 074,0
Operarios	...	13 000,0	6 045,0	5 101,0	11 995,0
Técnicos	...	16 783,0	3 342,0	7 569,0	12 135,0
Administrativos	...	665,0	361,0	355,0	704,0
Servicios	...	9 313,0	5 871,0	3 992,0	11 975,0
Dirigentes	...	2 157,0	606,0	835,0	1 265,0

Fuente ONEI, 2017

Tabla 28 Graduados por tipos de educaciones del Ministerio de Educación

CONCEPTO	2011/ 12	2012/ 13	2013/ 14	2014/15	2016/17
Total	6 580	5 706	6 790	6 887	6 887
Primaria	2 144	2 072	2 072	2 123	1 898
Secundaria Básica	2 178	2 128	2 128	846	2 123
Preuniversitario	637	771	716	829	846
Técnica y Profesional	763	...	748	771	829
Centros Politécnicos	627	606	683	26	771
Escuelas de Oficios	61	77	8	...	26
Educadoras de Círculo Infantil
Especial	73	52	52	85	85
Adultos	785	...	326	251	251
Curso Para Trabajadores	75	...	57	58	58

Fuente: Dirección Municipal de Educación, 2017

 **Inventario de los servicios de que dispone la comunidad. Calidad y eficiencia**

El territorio de Diez de Octubre dispone de excelentes servicios tanto de cafetería, hospitales, tiendas, transporte y alumbrado, tienda de víveres o bodega, entre otros con una calidad aceptable para satisfacer las necesidades de la población.

Los trabajadores por cuenta propia o cuentapropistas es un sector de la fuerza laboral, que surgió como medida de gestión tomadas por el Estado Cubano para impulsar el desarrollo de la economía, como se expresa en los lineamientos económicos y sociales aprobados por el VI Congreso del PCC (167-168).

Rehabilitación del Sistema de alcantarillado de la Margen Izquierda del Río Luyanó

En el entorno donde se encuentran el área de estudio existen varios puntos de estos actores económicos tales como: salones de belleza (peluquerías, barberías), expendio de alimentos en cafeterías, ventas de artículos varios y productos agropecuarios, etc. (figura 50).



Fig.50 Sector cuentapropista en el área de estudio

✚ Disponibilidad de viviendas en el territorio y el estado promedio de éstas. Problemas de hacinamiento habitacional. Barrios marginales

El municipio debido a la antigüedad y el sobre uso de los inmuebles ha provocado signos alarmantes de deterioro. La vivienda y la urbanización constituyen uno de los temas más acuciantes dentro de la problemática nacional.

El deterioro acumulado, las migraciones, las limitaciones económicas, y el descontrol urbano, han motivado que en la década pasada existiera un aumento del "déficit cualitativo y cuantitativo habitacional, así como desequilibrios en el funcionamiento de sistemas urbanos.

Relaciones socio-estructurales. Demografía, dinámica migratoria

El municipio de Diez de Octubre cuenta con alrededor de 200 881 habitantes según los últimos registros de población realizado en la capital (Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI), Predomina más el sexo femenino que el masculino. Es uno de los municipios más densamente poblados del país.

En las siguientes tablas se muestran los principales indicadores demográficos

Tabla 29 Componentes del crecimiento poblacional del municipio Diez de Octubre. Año 2020

MUNICIPIO	Población 31/12/2019	Nacimientos	Defunciones	Interno ⁽¹⁾		Externo		Población al 31/12/2020
				Inmigrantes	Emigrantes	Inmigrantes	Emigrantes	
Diez de Octubre	201 435	1 413	2 663	2 821	1 982	93	236	200 881

(1) Movimientos entre todos los municipios del país, incluyendo los de la misma provincia. Fuente: ONEI

Tabla 30. Tasas de los componentes del crecimiento poblacional del municipio Diez de Octubre. Año 2020

MUNICIPIO	Población Media 30/06/2020 (U)	Tasa Media Anual de Crecimiento (por 1000)	Tasa Bruta de Natalidad (por 1000)	Tasa Bruta de Mortalidad (por 1000)	Tasa de Crecimiento Natural (por 1000)	Tasa de Saldo Migratorio Externo (por 1000)	Tasa de Saldo Migratorio Total (por 1000)
Diez de Octubre	201 158	-2,8	7,0	13,2	-6,2	-0,7	3,5

Fuente: ONEI

Tabla 31 Indicadores del nivel de urbanización del municipio Diez de Octubre. Año 2020

MUNICIPIO	Población al 31 de Diciembre			Tasa de Crecimiento			Grado de Urbanización	
	Total (U)	Urbano (U)	Rural (U)	Total (por 1000)	Urbano (por 1000)	Rural (por 1000)	2019 (por 100)	2020 (por 100)
Diez de Octubre	200 881	200 881	-	-2,8	-2,8	-	100	100

Fuente: ONEI

Tabla 32. Población por sexos, zonas e índice de masculinidad del municipio Diez de Octubre. Año 2020

MUNICIPIO	Población al 31/12/2020			IM ^(a)	Población al 31/12/2020			IM ^(a)	Población al 31/12/2020			IM ^(a)
	Ambas Zonas				Urbano				Rural			
	Total	Hombres	Mujeres		Total	Hombres	Mujeres		Total	Hombres	Mujeres	
Diez de Octubre	200 881	93 431	107 450	870	200 881	93 431	107 450	870	-	-	-	-

^(a) IM Hombres por cada 1000 mujeres. Fuente: ONEI

Conocimiento de los principales problemas ambientales de la localidad y participación en la gestión ambiental del territorio.

Uno de los problemas ambientales, además del relacionado con la alta contaminación que presenta el río Luyanó, por el vertimiento de efluentes domésticos e industriales, es el mal manejo de los desechos sólidos comunes en varios sectores del área del municipio. Existen lugares donde los RSU se encuentran de forma dispersa (fuera del depósito de almacenamiento), creando microvertederos que facilitan la presencia de moscas, cucarachas y ratones, constituyendo un factor de riesgo a la salud debido a la posible transmisión de enfermedades (figura 51).



Fig.51 Ejemplo de mala gestión de los desechos sólidos en sectores del área de estudio

Estos problemas ambientales se deben fundamentalmente a la falta de conciencia e indisciplina social en un porcentaje considerable de la población y el insuficiente el trabajo de educación ambiental para elevar la cultura ambiental en las distintas comunidades del municipio. Esto unido al deficiente estado de las redes de alcantarillado contribuya aún más al agravamiento del entorno.

Educación

El sistema educacional consta de 41 círculos infantiles, 50 centros de Enseñanza Primaria, siete de Enseñanza Especial, 17 Secundarias Básicas, cuatro Instituto Preuniversitario, tres Institutos Tecnológicos, una escuela de Oficios, dos Facultades Obrero Campesinas y una Escuela de Idiomas.

Salud

✚ *Identificación de los principales problemas de salud que afectan a los miembros de la comunidad. Costumbres, hábitos alimentarios y deficiencias sanitarias (vectores).*

La atención médica y hospitalaria se brinda en cinco hospitales, ocho policlínicos, 375 consultorios del Médico de la Familia y 5 clínicas estomatológicas, más cuatro departamentos estomatológicos ubicados en los policlínicos 30 de Noviembre y el 14 de Junio y en los hospitales Raúl Gómez y Miguel Enríquez, respectivamente. Existen además en el territorio cinco hogares de ancianos y dos hogares de impedidos físico-motores. Cuenta además con tres centros educacionales de la salud.

Es parte de los residentes una Doctora en Ciencias de la Investigación, Especialista en 1^{er} grado de Cirugía Cardiovascular que ha realizado a nivel internacional varias conferencias de carácter importante, por los nuevos descubrimientos gracias a los adelantos científicos técnicos cubanos.

Existen en la zona tres hospitales y más de cinco policlínicos, así como centros maternos y hogares de ancianos. Los principales problemas de salud que afectan la zona están relacionados con la hipertensión arterial y la diabetes mellitus, según refiere las doctoras de la familia. La alimentación de los habitantes no es totalmente adecuada, predominan las dietas ricas en carbohidratos (arroz, frijoles, viandas), un por ciento menos representativo consume alto contenido de carne tampoco recomendable para el organismo. No hay cultura de ingerir verduras, esto trae como consecuencia el predominio de las enfermedades antes mencionadas. Se ha reportado también la incidencia de enfermedades transmisible como es el caso de las respiratorias agudas (IRA) y de las no transmisibles se ha reportado casos de neoplasia (cáncer) fundamentalmente en el adulto mayor.

✚ *Actitudes no compatibles socialmente o que precisen ser modificadas.*

Existe una preocupación permanente de los delegados y líderes de masa acerca de la educación, se han identificado varios jóvenes con edades aproximadas de 16 hasta 25 años que no ejercen los estudios.

✚ *Actitudes sociales que influyen en los problemas ambientales y sus causas asociadas.*

1. No existe alcantarillado en toda la zona, esto provoca el vertimiento al río de albañales.
2. El fondo habitacional aún no satisface la demanda según la cantidad de habitantes.

✚ *Tradiciones culturales, históricas organización y distribución espacial, nivel de desarrollo y calidad de vida.*

El municipio Diez de Octubre posee algunos de los barrios más interesantes de La Habana: Luyanó, Santos Suárez, La Víbora, Lawton, Lawton-Batista, El Sevillano, Vista Alegre, Tamarindo; son algunos de sus nombres.

En el centro se encuentran los antiguos institutos preuniversitarios de la Víbora (René Orestes Reiné), el antiguo Colegio Maristas (que ya fue un preuniversitario especial, con el nombre de Raúl Cepero Bonilla) y Escuelas Pías (actualmente escuela secundaria básica José María Heredia). Bastantes salas de cine marcaron la vida cultural del municipio Diez de Octubre: El Apolo, Atlas, Alameda, Fénix, Florida, Rihn, Santos Suárez, Gran Cinema, Los Ángeles, Mara, Mónaco, Tosca, Luyanó, Moderno y el Victoria; Actualmente quedan solo cinco: Alameda, Mara, Los Ángeles, Mónaco y el Erie.

Desde las primeras décadas del pasado siglo XX, el municipio Diez de Octubre se distinguió por radicar en él numerosos artistas y escritores tales como: Amelia Peláez, René Portocarrero, Mariano Rodríguez, Manuel de la Cruz Roldán, Jorge Ankerman, Celia Cruz y muchos más.

En la historia de la cultura local destaca el hecho de que el primer estudio cinematográfico que existió en Cuba fue instalado en una casa de la Calzada de Jesús del Monte (avenida Diez de Octubre) esquina Santa Irene y Correa.

Este estudio, creado en 1913, perteneció a Enrique Díaz Quesada, el primer cineasta cubano y en el mismo se elaboró el primer largometraje silente cubano titulado Manuel García o el rey de los campos de Cuba.

Al iniciarse la etapa neocolonial el territorio se encontraba dividido en tres grandes barrios: Jesús del Monte, Luyanó y Arroyo Apolo al que se sumará el barrio Manuel de la Cruz en 1919. En este período, el territorio fue escenario de importantes eventos científicos y culturales como la inauguración de una Estación Sismográfica (1907), primera de este tipo en el país, instalada por el Observatorio de Belén en la finca de recreo que los Jesuitas poseían en el barrio de Luyanó; en 1909 se estableció en San Francisco # 10, barriada de Jesús del Monte, la agencia musical Ankerman y Casas; en 1913 se instaló el primer estudio cinematográfico que existió en Cuba, en la azotea de la casa sita en Calzada de Jesús del Monte # 356 e/ Santa Irene y Correa por Enrique Díaz Quesada, quién exhibió el primer largometraje de cine silente; por lo que es considerado como el pionero de la cinematografía cubana.

✚ **Identificación de los sitios de valor histórico, arqueológico, monumentos y obras de valor arquitectónico.**

Los puntos de referencia obligatoria del municipio son: la iglesia católica de los Pasionistas, la Plaza Roja, la calzada de Diez de Octubre (Jesús del Monte), el "Pre" de la Víbora, el paradero o terminal de ómnibus (anteriormente de tranvías y autobuses), las esquina de Toyo y la iglesia Parroquial de Jesús del Monte. Luyanó localidad más vinculada al proyecto posee una linda historia vinculada al devenir histórico nacional, poseedora de valores patrimoniales, arquitectónicos y ambientales, cuna y residencia de numerosas personalidades de la cultura cubana en su sentido más amplio.

El 2 de noviembre de 1868, veintitrés días después del alzamiento de Carlos Manuel de Céspedes en La Demajagua, se produce el Grito de Luyanó. Protagonizado por un grupo de 12 jóvenes dirigidos por Agustín Santa Rosa de 21 años, segundo tenedor de libros de la casa comercial Sama, Sotolongo y Cía. Además de Arístides Rodríguez, quien lanzó el grito de ¡Cuba Libre!, participaron también Pedro Pío Ubiarreta, José Agramonte Piña, Emilio Battle, José Miguel Nin Pons, José Camer, Carlos Tristán, Miguel González, Thomas Thomson, José Antonio Cintras Garay y Francisco Sufrió, héroe del Grito. Este hecho tuvo lugar en la Quinta Cintras, ubicada en Luyanó. Esta propiedad pasó después a manos de los jesuitas que tenían en ese lugar una finca de recreo. Allí el Observatorio de Belén instaló una estación sismográfica, la primera de su tipo en Cuba, que fue inaugurada el 3 de febrero de 1907. Por la parte de la cultura Luyanó presenta la Casa de la Trova, ubicada en Calzada de Luyanó, entre Melones y Guasabacoa, donde se imparten talleres de distintas manifestaciones artísticas y se realizan diferentes actividades sistemáticas para todas las edades, haciendo énfasis con el adulto mayor.

Municipio Arroyo Naranjo. Sector socioeconómico más vinculado a la obra

- ✚ Relaciones económicas y laborales. Análisis de las relaciones económicas y laborales del territorio, estableciendo diferencias según el tipo de propiedad estatal, mixta o privada.

Municipio periférico ubicado en el centro sur de la provincia La Habana (figura 52), con una extensión de 83,3 km², que abarca 8225 ha de tierras, de las cuales dedica el 36% a uso agrícola, y el resto a otras actividades no agrícolas. Limita al Norte, con el municipio de Diez de Octubre; al Este con los municipios de San Miguel del Padrón y Cotorro; al Sur con la provincia de Mayabeque y al Oeste con el municipio de Boyeros. Además, el municipio ocupa un 11% del territorio provincial y el cuarto lugar en su extensión territorial. Está integrado por 10 Consejos Populares: Callejas, Calvario-Fraternidad, Eléctrico, Güinera, Los Pinos, Managua, Mantilla, Párraga, Poey y Víbora Park. El área urbana del municipio alcanza 3 184 ha; mientras que al área rural corresponden 3 378 ha.



Fig.52 Ubicación del municipio Arroyo Naranjo

Aunque el municipio no es fuerte en la actividad industrial, cuenta con la Empresa de Instrumentación y Control Industrial y la ECOMETAL, entidad con gran incidencia en el desarrollo del proyecto audiovisual del país, entre otras.

La producción agrícola se fundamenta esencialmente en la llamada agricultura urbana. Existen en la localidad diferentes formas productivas para enfrentar la producción de hortalizas, viandas, granos y frutales.

 *Fuerza de trabajo calificada.*

La formación y el desarrollo de la fuerza de trabajo calificada constituyen una prioridad del Gobierno cubano por lo que ello implica para el futuro del país. En el municipio los pobladores se esfuerzan por lograr siempre un grado de superación mayor desde el punto de vista técnico-profesional. En la tabla 33 se muestra la distribución de la fuerza de trabajo por categoría ocupacional (periodo 2013-2016), así como los graduados por tipo de educación (tabla 34)

Tabla 33 Distribución de la fuerza laboral en el territorio (periodo 2014-2016)

CONCEPTO	2014	2015	2016
Total	26 056	17 633	15 855
Operarios	6 368	3 842	3 492
Técnicos	11 164	8 982	8 003
Administrativos	769	511	444
Servicios	6 644	3 517	3 192
Dirigentes	1 111	781	724

Fuente ONEI, 2017

Tabla 34 Graduados por tipos de educaciones del Ministerio de Educación

CONCEPTO	2012/2013	2013/ 14	2014/ 15	2015/ 16	2016/ 17
Total	7 618	9 142	6 691	6 218	6 979
Primaria	2 448	2 398	2 408	2 312	2 243
Secundaria Básica	2 285	2 566	2 381	2 291	2 225
Preuniversitario	480	1 948	591	551	1 172
Técnica y Profesional	947	1 049	694	522	653
Centros Politécnicos	665	992	588	457	621
Escuelas de Oficios	282	57	53	65	32
Especial	20	25	7	5	128
Adultos	1 344	1 156	610	537	558

Fuente: Dirección Municipal de Educación, 2017

 *Inventario de los servicios de que dispone la comunidad. Calidad y eficiencia*

En los últimos años uno de los principales problemas que presenta el municipio ha sido el deterioro progresivo al que han estado sometidas las instalaciones gastronómicas y comerciales, debido en gran medida a la invasión indiscriminada e inadecuada de estos espacios públicos.

Con respecto a los servicios de comercio y gastronomía en Arroyo Naranjo, se puede decir que tanto su distribución como su calidad se hallan en un gran deterioro, aunque existen zonas mejor servidas que otras, como buenas se pueden evaluar los consejos: Víbora Park, Poey y Callejas.

El resto de los consejos se pueden clasificar como de mal servicio, por lo disperso que se encuentran estos servicios o por la ausencia de los mismos.

✚ *Disponibilidad de viviendas en el territorio y el estado promedio de éstas. Problemas de hacinamiento habitacional. Barrios marginales*

Es claramente visible en el municipio la falta de atención a la contención del deterioro de la vivienda. Este constituye uno de los grandes problemas del territorio, pues las nuevas viviendas lejos de destinarse a sustituir aquellas que se encuentran en estado crítico, se han dirigido en su mayoría a desagregar núcleos y otros intereses. En lo que respecta a la rehabilitación y preservación del fondo que debe mantenerse, las acciones no corresponden con la estructura y ni la distribución territorial de las patologías y deficiencias que debe enfrentarse.

Es importante señalar, que, aunque se está viendo un proceso de rehabilitación, construcción y mantenimiento de las viviendas, aún es muy pobre, sobre todo en la vivienda particular y la de por esfuerzos propios apoyados por sus organismos de trabajos.

La vivienda tiene sus mayores problemas en los barrios y focos insalubres, ciudadelas y zonas con viviendas inhabitables, las cuales se encuentran ubicadas en los Consejos Populares de Poey, Párraga, parte de Mantilla y Callejas. Las mejores condiciones de las viviendas se encuentran en Víbora Park, Los Pinos, parte del Calvario y Managua, el resto del municipio se califica en regular estado.

✚ *Características de la población según el último censo y esbozo de la evolución demográfica de la región en el futuro previsible.*

De forma general el municipio de Arroyo Naranjo existe alrededor de 206 123 habitantes aproximadamente según los últimos registros de población realizado en la capital (Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI), actualmente se ha incrementado debido a todas las viviendas legalizadas, con tendencia a seguir ascendiendo. Predomina más el sexo femenino que el masculino. Además, el territorio posee un gran por ciento de zonas suburbanas (con 7 comunidades especiales y 5 de tránsito).

En las tablas siguientes se muestran los principales indicadores demográficos

Tabla 35. Componentes del crecimiento poblacional del municipio Arroyo Naranjo. Año 2020

MUNICIPIO	Población 31/12/2019	Nacimientos	Defunciones	Interno ⁽¹⁾		Externo		Población al 31/12/2020
				Inmigrantes	Emigrantes	Inmigrantes	Emigrantes	
Arroyo Naranjo	205 701	2 151	2 271	2 369	1 685	44	186	206 123

(1) Movimientos entre todos los municipios del país, incluyendo los de la misma provincia. Fuente: ONEI

Tabla 36. Tasas de los componentes del crecimiento poblacional del municipio Arroyo Naranjo. Año 2020

MUNICIPIO	Población Media 30/06/2020 (U)	Tasa Media Anual de Crecimiento (por 1000)	Tasa Bruta de Natalidad (por 1000)	Tasa Bruta de Mortalidad (por 1000)	Tasa de Crecimiento Natural (por 1000)	Tasa de Saldo Migratorio Externo (por 1000)	Tasa de Saldo Migratorio Total (por 1000)
Arroyo Naranjo	205 912	2,0	10,4	11,0	-0,6	-0,7	2,6

Fuente: ONEI

Tabla 37. Indicadores del nivel de urbanización del municipio Arroyo Naranjo. Año 2020

MUNICIPIO	Población al 31 de Diciembre			Tasa de Crecimiento			Grado de Urbanización	
	Total (U)	Urbano (U)	Rural (U)	Total (por 1000)	Urbano (por 1000)	Rural (por 1000)	2019 (por 100)	2020 (por 100)
Arroyo Naranjo	206 123	206 123	-	2,0	2,0	-	100	100

Fuente: ONEI

Tabla 38. Población por sexos, zonas e índice de masculinidad del municipio Arroyo Naranjo. Año 2020

MUNICIPIO	Población al 31/12/2020			IM ^(a)	Población al 31/12/2020			IM ^(a)	Población al 31/12/2020			IM ^(a)
	Ambas Zonas				Urbano				Rural			
	Total	Hombres	Mujeres		Total	Hombres	Mujeres		Total	Hombres	Mujeres	
Arroyo Naranjo	206 123	100 879	105 244	959	206 123	100 879	105 244	959	-	-	-	-

^(a) IM Hombres por cada 1000 mujeres. Fuente: ONEI

Conocimiento de los principales problemas ambientales de la localidad y participación en la gestión ambiental del territorio.

Se caracteriza por deficiencias en la recogida de desechos sólidos e insuficiente cultura de aprovechamiento y reciclaje de los residuos, tanto por parte de las entidades estatales como por la población. Presencia de microvertederos en calles, solares y áreas de derrumbes, con la consiguiente proliferación de vectores, molestias por malos olores, deterioro de la imagen y riesgo para la salud (figura 53).



Fig.51 Deficiente gestión de los RSU en el territorio

El segundo problema en importancia del municipio es el abasto de agua, primordial en la calidad de vida de la población y en cualquier acción de rehabilitación, preservación y desarrollo de los programas del territorio lo cual es deficiente en todo el municipio a causa del deterioro de las redes conductoras.

El municipio cuenta con 396 km de acueducto y se alimenta de la fuente Paso Seco por bombeo y gravedad mediante un sistema de entrega directa y bombeo. Por otra parte, el agua no se encuentra distribuida de forma homogénea, se tiene, por ejemplo, que los consejos Poey, Los Pinos y otros reciben el agua por gravedad, mientras que Mantilla la recibe por bombeo.

La deficiente red de alcantarillado hace que se haya incrementado la cantidad de fosas mouras (8025), las cuales se limpian a solicitud del usuario. Presenta el municipio 1250 tragantes sin ningún tipo de atención, reportándose tupiciones, desbordamientos de fosas y obstrucciones de registros provocando salideros de aguas albañales.

Los pobladores de Arroyo Naranjo no tienen consciencia de los grandes problemas ambientales que existen en su localidad. No tienen la participación directa para resolver los mismos, aun sabiendo que en sus manos pudiera estar la solución del saneamiento de la comunidad, tomando las medidas establecidas para una mejor armonía medioambiental.

Educación

Rehabilitación del Sistema de alcantarillado de la Margen Izquierda del Río Luyanó

Existen 117 centros de educación general, 54 escuelas de enseñanza primaria y 17 escuelas de enseñanza secundaria. Para los más pequeñitos cuenta el municipio con 21 círculos infantiles y 15 jardines de la infancia. Existen dos institutos politécnicos y cuatro centros de educación especial (lenguaje, retraso, retardo y conducta): Hay cuatro centros de educación de adultos y una escuela de idiomas y dos escuelas de oficios.



Fig.54 IPVCE Vladimir Ilich Lenin

En este territorio radica el Instituto Preuniversitario Vocacional de Ciencias Exactas Vladimir (IPVCE) Ilich Lenin, un centro escolar preuniversitario de alto rendimiento (figura 54). La escuela es uno de los centros educativos públicos más prestigiosos de América Latina. El centro recibe cada año aproximadamente 500 estudiantes. También

existen 3 Institutos Preuniversitarios Urbanos, el Carlos Manuel Pérez Domínguez en la localidad de Víbora Park; el Kim Il Sung en Mantilla y el Iselín Jiménez Montero en el consejo popular Los Pinos.

Salud

✚ *Identificación de los principales problemas de salud que afectan a los miembros de la comunidad. Costumbres, hábitos alimentarios y deficiencias sanitarias (vectores).*

Arroyo Naranjo cuenta con una red hospitalaria que brinda sus servicios a los residentes en el municipio, pero también a los habitantes de los territorios aledaños y a la Provincia de La Habana.

Posee cuatro hospitales: Hospital Pediátrico Ángel A. Aballí, Complejo Hospitalario Julio Trigo con un bloque gineco-obstétrico y otro clínico quirúrgico y el Hospital Psiquiátrico 27 de Noviembre conocido por La Canaria, un Hogar psicopedagógico La Castellana, un hospital de día, dos clínicas estomatológicas (con cinco departamentos en distintos barrios y siete departamentos de atención escolar), tres hogares maternos. La atención médica y preventiva se brinda a través de 7 policlínicos y 285 consultorios del médico de la familia y está establecido el programa materno-infantil (figura 55)



Fig.55 Programa de atención materno-infantil

Cabe destacar la Facultad de Ciencias Médicas Julio Trigo, que no sólo forma médicos y enfermeras de nivel superior, sino también especialistas en distintas ramas de las ciencias médicas y capacita a los profesionales de la salud que laboran en esta localidad, ya sean cubanos o extranjeros. Por su parte el Instituto Nacional de Salud para los Trabajadores (INSAT), desarrolla sus actividades en el campo de la salud ocupacional y brinda cobertura y apoyo a los programas nacionales de atención médica integral y diferenciada a los trabajadores sometidos a riesgos laborales.

Los principales problemas de salud que afectan la zona están relacionados con la hipertensión arterial, enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores y la diabetes mellitus, según refiere los médicos de la familia de los consultorios a los que visitamos.

La mortalidad infantil se mantiene según los indicadores globales del país. También se ha incrementado la atención en el programa al adulto mayor y hay una gran mejoría en el sistema integral de urgencia médica.

- ✚ *Ubicación de los centros poblados, áreas de recreación, áreas de valor histórico y arqueológico, etc.*

Se encuentran en el territorio instalaciones que le dan prestancia y constituyen un orgullo para este municipio y sus pobladores, aunque no se encuentren enmarcadas en el área de estudio:

EXPOCUBA (Exposición permanente del Desarrollo Económico y Social de la República de Cuba) sede de eventos, congresos, exposiciones transitorias y reuniones de diversa índole, así como sede permanente de la Feria Internacional de La Habana, el mayor encuentro comercial que se realiza en Cuba y en América Latina.

El Parque Lenin cuya característica principal es la multiplicidad de expresiones del arte y la literatura, ofrece, a través de sus extensas áreas culturales, recreativas y deportivas, el contacto entre el hombre y la naturaleza. Es el mayor de los complejos recreativos cercano a la ciudad y uno de los purificadores naturales con los que cuenta la capital cubana.

Otra instalación de relevancia es el Jardín Botánico Nacional, institución educativa, científica y recreativa, centro de exposición natural que muestra una representación de la flora cubana y del resto de los trópicos del planeta.

- ✚ *Tradiciones culturales, históricas organización y distribución espacial, nivel de desarrollo y calidad de vida.*

Las actividades culturales comunitarias muestran buenos avances y se destacan en estas el trabajo que realiza la Biblioteca Municipal “Manuel Cofiño” así como las tres Casas de la Cultura. Cuenta Arroyo Naranjo con la Galería José Cecilio Hernández Cárdenas (Her-Car) y posee seis cines, tres salas de video y varias discotecas.

- ✚ *Identificación de los sitios de valor histórico, monumentos y obras de valor arquitectónico.*

Sitios emblemáticos

Son muchos los sitios emblemáticos que se pueden encontrar en el municipio Arroyo Naranjo; pero aparecen entre los más relevantes:

- Monumento a Celia Sánchez Manduley en el Parque Lenin
- Monumento a Vladimir Ilich Lenin en el Parque Lenin
- La Palma (Punto más céntrico del municipio donde confluyen las Calzadas de Managua, de Bejucal y Diez de Octubre).
- La antigua terminal de la Ruta 4
- Villa Manuelita (casa de Juan Gualberto Gómez)
- Las Tetas de Managua (elevación más alta de la provincia con 219 metros).
- Cementerio de Managua

En la actualidad Arroyo Naranjo cuenta con su propio escudo.

Monumentos Conmemorativos

- Obelisco al General Adolfo del Castillo Sánchez.
- Tarja al mártir Arístides Viera González.
- Bustos de José Martí.
- Tarja de los hermanos Ruiz Aboy.
- Tarja al Mártir Juan Franco Fonseca.
- Tarja al comandante Fernando Alfonso Torice.

- Obelisco a los mártires Hidalgo Rodríguez, Rodolfo Díaz Hernández, Emilio Martínez,
- Tarja al mártir Reinaldo García Pérez.
- Tarja a los hermanos Arnold Arafet Rizo
- Busto y tarja a Armando Mestre Martínez.
- Tarja a los mártires Holvein Quesada Rodríguez y Evidio Marín Marrero
- Tarja y busto al partir Primitivo Filgueira Rodríguez
- Obelisco a los mártires Orlando Cuellar Peñalver, Luis Ruiz Pallarés y Manolo Jerez
- Tarja en Callejón Ataque Mambí
- Tarja en vivienda donde residió Juan Gualberto Gómez entre 1917 y 1933
- Monumento a las madres
- Busto de Camilo Cienfuegos
- Obelisco al alumbrado público
- Avenida de los Apóstoles, tarja de Antonio Abad de la Piedra y González
- Tarja a Julio Trigo, combatiente del Moncada en el hospital que lleva su nombre
- Tarja al mártir internacionalista Ramón Morales Bedoya

III.2.11 Paisajes

Las unidades espaciales, son el resultado de las formaciones socio-naturales, características del espacio geográfico, en las cuales se lleva a cabo la circulación socio-natural de sustancia y energía. El principio básico de la regionalización, es darle el acento no a cada factor independiente (social, económico y natural), sino a la combinación de factores.

La unidad espacial, es una formación orgánica integral de elementos interrelacionados de la economía, la población y la naturaleza, que funcionan en determinados parámetros espacio-temporales. Rasgos que caracterizan los Geosistemas:

1. Son las formas más integrales de la interacción entre la sociedad y su medio natural circundante, y de la organización ecólogo-espacial de las fuerzas productivas.
2. Su formación ocurre bajo el impacto de la actividad económica del hombre, condicionado por el modo de producción. Por ello las leyes y principios de la formación económico-social dada determinan el funcionamiento y procesos de las unidades.
3. Se forman en el proceso de la actividad económica, en el curso de la organización espacial de las fuerzas productivas y de toda la sociedad.
4. En la estructura de los espacios, se sobreponen los elementos, componentes, procesos y relaciones socio-económicas y naturales.
5. La parte socio-económica en las unidades informan de forma consciente del carácter de los procesos de intercambio de flujo de Energía, Materia e Información, y determinan su comportamiento como sistemas dirigidos. Simultáneamente, el componente natural impacta de forma activa sobre la producción social "obligándola" cada vez más a adaptarse a la dinámica y propiedades de los sistemas naturales, y a sus condiciones y recursos.

Los tipos de estructuras de las Espacio Geográfico como expresión de la Organización Territorial de la Sociedad son los siguientes (Chistovaiev y Shariguin, 1990):

- De Componentes: Relaciones y nexos entre el componente: de recursos naturales ecológico-natural, productivo, de población, social, infraestructural, etc.
- Funcional: Relacionada con los ciclos de sustancia y energía.

- Territorial: Combinación interrelacionada de regiones de rango taxonómico inferior, bajo el aspecto fundamentalmente de centro(s)-periferia(s).
- Procesal: Relaciones entre los elementos que garantizan el cambio secuencial de los estadios de desarrollo.
- Organizacional: Representada por los bloques interrelacionados de dirigente-dirigido. Permite ordenar los procesos económicos-naturales y llevarlos a un objetivo.
- Integral: Se forma por la combinación de las estructuras parciales.

Geosistemas antropo - naturales:

En los que se produce la interacción entre los objetos técnicos y los fenómenos naturales. La unidad de tal conjugación, se determina por la coincidencia espacial de la estructura técnica y en la literatura científica, el término geosistema se ha utilizado fundamentalmente de acuerdo a las siguientes acepciones:

- Como formación natural
- Como funciones terrestres complejas, que incluyen la naturaleza, la población y la economía.
- Cualquier sistema terrestre
- Cualquier objeto estudiado por las Ciencias de la Tierra.

Se puede conceptuar, que en dependencia de los elementos que lo forman, el grado de organización del sistema, y el carácter de las relaciones, existen al menos cinco categorías o tipos de geosistemas (Aleksandrova y Preobrazhenskii, 1988.)

- Geosistemas naturales: Que son la parte de la superficie terrestre, en la que los componentes individuales de la Naturaleza se encuentran en relación estrecha unos con otros, y que, como un todo, interactúan con las partes vecinas de la esfera cósmica y de la sociedad humana. Es sinónimo del concepto de paisaje natural.
- Geosistemas antropo - naturales: en los que se produce la interacción entre los objetos técnicos y los fenómenos naturales. La unidad de tal conjugación, se determina por la coincidencia espacial de la estructura técnica y las social, productiva, étnica etc. Están en general tomadas, en conjunto o independientemente en cualquiera de sus niveles jerárquicos.

Para el caso de los espacios rurales y aplicando el concepto de geosistema que se describe anteriormente, las diferentes modalidades de uso de la tierra y su capacidad de respuesta es lo que en última instancia determinan el grado de antropización de dichos espacios.

El procedimiento propuesto está fuertemente orientado a la preservación de los recursos naturales (variables biológicas) a partir de la condición actual de los geosistemas encontrados; así como a evaluar o predecir el grado de antropización de con el fin de hacer más eficiente las medidas de mitigación.

Como parte del procedimiento se tomó la clasificación de los geosistemas rurales cubanos Atlas Nacional de Cuba 1989. A partir de la presencia activa de la actividad humana, clasificándose en dos grandes grupos:

1. Geosistemas Antropizados
2. Geosistemas Naturales

Tomando como fundamento el tipo de control del geosistema, si el control del geosistema es externo y orientado a objetivos particulares son geosistemas Antropizados, en contraste con los de control interno de retroalimentación de los geosistemas naturales.

Los geosistemas Antropizados rurales se pueden obtener a partir de la información que aparece en el anexo (CH) de la NC13-06-83, donde se sub-clasifica en 14 tipos de uso de suelos.

Paisajes urbanos

Este tipo de paisaje se manifiesta en toda el área del proyecto, de acuerdo al planteamiento de Capel, (2002) en "la definición de lo urbano desde una perspectiva geográfica"; el criterio a tener en cuenta será la morfología como reflejo de la densidad y de un tipo de utilización del suelo de carácter no rural, la consolidación de la infraestructura y los servicios y la estructura funcional permiten identificar posteriormente los distintos niveles de complejidad. (figura 56).

Este tipo de paisaje, se caracteriza por presentar una alta densidad de población y requieren para su funcionamiento el suministro de altas concentraciones de sustancias y energía artificial, es imposible su funcionamiento natural, por lo que es clasificado como paisajes antrópicos de tipo tecnógeno. El exceso pavimentación y construcciones de viviendas y edificios públicos, hacen que esta área urbana se comporte como una isla térmica elevando los niveles de temperatura ambiental y convirtiéndose en un núcleo de dispersión de escorrentías superficiales, debido a los bajos niveles de infiltración de las aguas pluviales y a la emisión de altos niveles de contaminantes líquidos, sólidos y gaseosos.

El paisaje urbano provee de identidad propia a una ciudad, es el rostro que la distingue entre muchas otras. Su singularidad exige importantes esfuerzos en la conservación, tanto de las estructuras construidas como del entorno natural en que se ubica el asentamiento humano. En los años cincuenta del siglo XIX la revista Architectural Review introdujo el término paisaje urbano para reivindicar la identidad específica del espacio público dentro de la artificialidad de la ciudad (Bohigas, 2003). Particularizaba de esta manera en un concepto que durante mucho tiempo estuvo limitado exclusivamente a todo terreno no urbanizado, fuera de los aglomerados urbanos. Cada vez se hace menos frecuente encontrar paisajes radicalmente naturales.

El paisaje transformado, o aquel que tiene que ser transformado, requiere ciertos esfuerzos de formalización por pertenecer prioritariamente a la planificación territorial (Bohigas, 2003). El diseño de las ciudades parte del proyecto de cada espacio y de cada barrio identificable, por tanto el paisaje urbano se justifica por el orden creado por la misma ciudad, ésta le otorga la riqueza formal, capacidad de cambio y lo adapta a las condiciones histórico-sociales concretas en que se desarrolla la vida citadina. Las implicaciones que tiene para los seres humanos el paisaje urbano, sobrepasan los límites de los estudios geográficos. Se adentran en el orden de factores socioculturales e incluso económicos.



Fig. 56 Fachada y calles típicas de los municipios Diez de Octubre y Arroyo Naranjo