



COLEGIO DOMINICANO DE INGENIEROS, ARQUITECTOS Y AGRIMENSORES

Calle Padre Billini No. 58, Zona Colonial, Sto. Dgo., R.D.  
[www.codia.org.do](http://www.codia.org.do)

## PRESENTACIÓN

**E**l relanzamiento de la revista técnico-científica del CODIA obedece al reclamo de decenas de colegiados, en su mayoría interesados en publicar trabajos de investigación y ensayos sobre temas relacionados a sus respectivas áreas.

Por igual, es el resultado de la reflexión de los miembros de la actual Junta Directiva, quienes a unanimidad concibieron inadmisibles que el Colegio carezca de una publicación en donde nuestros matriculados den a conocer sus puntos de vista profesional y proyectos en torno a temas de interés local como internacional.

Partimos del criterio, de que toda organización que agrupe a profesionales de cualquier rama debe proveerse de las herramientas indispensables que les permitan enlazarse con sus socios, pero sobre todo, de aquellas que contribuyan con su formación y actualización técnica e intelectual.

CODIA técnico-científica ha sido interrumpida en inúmeras ocasiones, cuyas razones no es necesario abordar en esta breve Presentación, en tanto cada Junta Directiva asume sus planes de conformidad con la visión que tengan sus integrantes, no solo en cuanto al rol del Colegio ante sus miembros y la propia sociedad, sino también en torno a la del país que queremos para el futuro.

La matrícula del CODIA la integran científicos calificados en sus distintas ramas, en donde además hay una cantera de innovadores, académicos del más alto nivel, investigadores y técnicos probados, a quienes se le ofrece este espacio para exponer sus estudios y análisis, así como para su propia proyección profesional.

El desarrollo de todo país se sostiene en base a la educación de su gente y la investigación es una herramienta elemental para lograrlo. Esta publicación tiene el propósito principal de contribuir con la orientación tanto de los colegiados como de la sociedad toda, pero para ello debemos tener criterios de continuidad de las acciones positivas de cada gestión. La presente Junta Directiva está clara en esos criterios y actúa de conformidad con los tiempos en que vivimos.

### JUNTA DIRECTIVA

#### Presidente

Arq. Guarionex Gómez Javier.

#### Secretario General

Ing. Civil Dionisio Navarro.

#### Tesorero

Ing. Francisco de Jesús Marte.

#### Secretario de Actas

Ing. Quím. Luciano F. Herrera C.

#### Sec. Educación y Eventos

Agrim. Víctor Torres.

#### Sec. Relaciones Públicas

Ing. Agrón. Héctor River Gil.

#### Sec. Relaciones Intergremiales

Ing. Top. Evaristo Sucre Matos.

### CONSEJO EDITORIAL

#### Presidente

Arq. Guarionex Gómez

#### Coordinador General

Ing. Dionisio Navarro.

#### Miembros

Ing. Civil José Espinosa.

Ing. Agrón. Roberto Sánchez P.

Arq. Omar Rancier.

#### Coordinador Técnico en Jefe

Lic. Rafael Menoscal Reynoso.

#### Diseño & diagramación

Digital Insight Art & Marketing

Outsource. ([www.dinamo.do](http://www.dinamo.do)).



#### Ilustración de portada

Wilson Morfe.

## CONTENIDO

### LEYES Y ECONOMÍA DEL AGUA EN REPÚBLICA DOMINICANA

P.05

### LOS SUSTITUTOS AL REFRIGERANTE R22 Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

P.15

### RETOS AMBIENTALES DE REPÚBLICA DOMINICANA Y LA HUMANIDAD

P.27

### LEYES DE LAS INGENIERÍAS Y SU INFLUENCIA EN EL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN DE RIESGO

P.34

### TECNOLOGÍA INNOVATIVA PARA LA CONFIGURACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

P.43

### UNA CIUDAD RESILIENTE ES UNA CIUDAD SENSIBLE Y RESPONSABLE DE LA VIDA DE SUS OCUPANTES

P.49

### IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN BASE A LA ISO 50001

P.54

### CORREDOR ESCOLAR Y DE SALUD. ESCOLARES, CAMINANTES, MEDIO AMBIENTE, VIALIDAD, INFRAESTRUCTURA, SEGURIDAD

P.64

### PRODUCCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DEL BIOGAS DE LOS RESIDUOS DE GRANJAS Y FINCAS DE GANADO BOVINO

P.71

### FOTOGRAMETRÍA PARA EDIFICACIONES HISTÓRICAS

P.75

## REGLAS DE PUBLICACIÓN

La revista Técnico-Científica CODIA, tiene como objetivo principal difundir el conocimiento científico tanto nacional como internacional en las áreas afines a nuestra entidad profesional.

**El contenido:** Los artículos sometidos para publicación deben ser originales e inéditos, con aportaciones novedosas relevantes, basados en la investigación, con objetivos especificados claramente (tanto del trabajo como de lo que se pretende comunicar), con datos bibliográficos consistentes, metodologías adecuadas al estudio y las conclusiones relacionadas con los objetivos planteados.

**Consejo editorial:** Podrá aprobar la publicación de artículos de actualidad o ensayos, cuyo contenido se constituya en un aporte de interés nacional o internacional, siempre que no sea desde una óptica político partidista.

No podrán ser enviados a ninguna otra revista durante el proceso de revisión ni tampoco estar paralelamente en otro proceso de evaluación.

El consejo se reserva el derecho de aceptar o rechazar cualquier trabajo, así como proponer modificaciones cuando lo considere necesario. Los trabajos no aprobados serán devueltos a sus autores con las explicaciones correspondientes en un tiempo oportuno.

**El formato:** Los artículos deben enviarse en formato digital (word) al correo electrónico de la revista (codiarevistatecnica@gmail.com), o personalmente en CD o USB; con las imágenes, fotografías, infografías o tablas; con su copia impresa. Los artículos no podrán superar la extensión máxima de 5,000 palabras.

Los trabajos deben ser acompañados de un resumen o conclusión, no mayor de 200 palabras, a fin de que el artículo sea comprendido sin necesidad de ser leído total o parcialmente.

**Imágenes:** Los textos deben ser acompañados de no más de 8 imágenes, con los créditos de éstas, derecho de autor o reproducción.

### REQUERIMIENTOS DE LAS IMÁGENES:

300 dpi de resolución, formato .tiff o, en su defecto, .jpg de alta calidad. Dimensión mínima de 20 cms. Las imágenes deben ir numeradas y con sus correspondientes pies de foto, en un archivo individual..

**El autor:** Debe enviar un resumen de su vida profesional que no exceda las cien palabras. Nombre completo, correo, teléfonos y cualquier otra referencia para contacto de los editores.

No se publicarán dos artículos de un autor en un mismo número de la revista, y otro como co-autor, si fuere necesario, en la intención de dar mayor participación y diversidad. El máximo de autores por trabajo será de seis.

**“Cartas al Editor”:** En esta sección la revista publicará, comentarios, objeciones y/o cualquier observación relativos a artículos publicados, que aporten al tema del que se trate.



## LEYES Y ECONOMÍA DEL AGUA EN REPÚBLICA DOMINICANA

Por: Ing. Roberto Castillo Tió

**E**l agua tiene un valor polivalente, pues es de importancia tanto en la producción de agua potable como en el riego, pecuaria, en ecología para sostén del recurso, en la industria (minería, construcción, manufactura) cuyo valor alcanza 26.8 US\$/m<sup>3</sup>.

Ilustración: Wilson Morfe

## PREÁMBULO

La República Dominicana, figura entre los países de mayor crecimiento sostenido, con un Producto Interno Bruto (PIB) estimado al año 2019 de 90 mil millones de dólares, y un presupuesto previsto de cerca de 18,000 millones de dólares, una red vial superior a los 14,000 kilómetros de calles, con un servicio de abastecimiento de aguas potables al 2010, del 84% de la población con acceso al agua de acueductos y con acometidas domiciliarias de apenas 56%.

La población sin servicio directo de acueductos alcanza el 16%. El diario El Caribe, del 21 de diciembre de 2018, reseña la declaración de la Asociación Dominicana de Embotelladoras de Aguas Purificadas (ADAGUA), de que existen 1,300 empresas dedicadas a la venta de agua embotellada, que aportan el 1% al PIB, con una inversión que supera los 400 millones de dólares. El uso del agua embotellada es del orden del 80% de la población.

La población con alcantarillado sanitario no llega al 30%. Las plantas de tratamiento de aguas residuales apenas procesan el 5% de éstas.

Los servicios de alcantarillados pluviales resultan muy limitados, y las aguas pluviales, se transforman en aguas residuales, al entrar en contacto con sistemas de tratamientos

individuales, como letrinas y alcantarillados sanitarios que se convierten en alcantarillados combinados.

Las inversiones y el volumen de negocio del sector APS, medido como % del PIB, en los últimos 15 años ha promediado el 0.34% PIB (variando en el rango de 0.27 % a 0.4%), sin considerar las transacciones indicadas por ADEAGUA. Se necesita una mayor inversión en el sector agua potable y Saneamiento (APS). En algunas economías la inversión en el sector APS está comprendida entre el 1% y el 3% del PIB

En cuanto a los residuos sólidos urbanos se refiere, en el país, existen más de 350 vertederos a cielo abierto, que ocupan una superficie de 6 km<sup>2</sup> en el territorio nacional, que además de ser fuente para el desarrollo de vectores, generan una producción de lixiviado de 90 lps, impactando negativamente los suelos, los escurrimientos pluviales y las aguas subterráneas.

Existe un mercado no regulado de residuos, que pone en riesgo la salud pública, el medio ambiente y la economía nacional, principalmente la actividad turística. El sector de los residuos sólidos requiere de una ley que ordene y delimite claramente los roles institucionales y responsabilidades del productor de residuos.

### DEMANDA O INVERSIÓN EN US\$ REQUERIDA EN APS Y RESIDUOS SÓLIDOS

| Concepto                           | Monto (millones US\$) | Porcentaje (%) |
|------------------------------------|-----------------------|----------------|
| <b>Agua potable</b>                | 1,800                 | 27%            |
| <b>Aguas residuales</b>            | 2,760                 | 41%            |
| <b>Alcantarillado pluvial</b>      | 1,612                 | 24%            |
| <b>Gestión de residuos sólidos</b> | 592                   | 9%             |
| <b>Periodo 2030-2030</b>           | 6,767                 | 100%           |
| <b>Promedio anual (12 años)</b>    | 563.67                |                |

*Los recursos requeridos para resolver la problemática citada, en un tiempo no mayor de 12 años, alcanzan la suma de US\$ 6,767 millones de dólares, es decir 563 millones de dólares por año, distribuidos como se indica la Tabla.*

Fuente: Ing. Roberto Castillo Tío / ICMA, S.R.L. 2011 con datos de la ONE/MEPyD/INAPA/CAASD/ Ayuntamientos

## ECUACIÓN DE CRITERIO DE INVERSIÓN ANUAL

Ecuación N° 1: Criterio Asignación del recurso APS.

$$\text{Inversión país} \Rightarrow \text{APS} = 0.27 \text{Acueducto} + 0.41 \text{Alcantarillado} + 0.24 \text{Agua Pluvial} + 0.09_{RS} = \text{META ODS}$$

La ecuación de criterio de inversión anual en APS para el país, debe ajustarse para cada caso. Se resalta el atraso, que tiene el sistema de alcantarillado. Nótese que al sumar alcantarillado sanitario y pluvial alcanza el 65% y en la disposición final de residuos sólidos solo el 9%, para un total del 74% de la inversión.

El saneamiento se enfoca con visión integral, pues existe una intersección en el ciclo hidrológico y en el ciclo del residuo; basta con señalar que un litro de lixiviado puede contaminar 100 m<sup>3</sup> de agua.

De igual manera, el agua de lluvia se transforma en agua residual cuando no existe alcantarillado separado.

Ante la situación descrita, resulta mandatorio para el país, propugnar por políticas, planes y programas hacia la cobertura total al agua y al saneamiento, es necesario establecer un nuevo arreglo institucional que mejore la eficiencia y eficacia de las empresas prestadoras de servicios APS.

La gestión integral de los componentes

del sector APS y de los residuos sólidos, demanda de una institucionalidad con separación de roles y un modelo económico financiero, encaminado a la autosuficiencia, con fórmulas innovadoras de financiamiento, para que todos los dominicanos cuenten con servicios de calidad.

En discusión hay tres leyes para alcanzar la seguridad hídrica y calidad sostenible de los servicios: La ley de agua cruda, la Ley APS y la Ley de Residuos Sólidos.

## DESARROLLO CON BAJO CONTENIDO DE CARBONO

Entre las actividades que constituyen fuentes principales en las emisiones de carbono figuran las plantas de tratamiento de aguas residuales, los vertederos a cielo abierto y todo vertedero con cobertura que no tenga control de gases de efectos de invernadero.

Descarbonizar los procesos, implica marcos regulatorios y coordinación entre instituciones, para promover el reuso de las aguas residuales, aprovechamiento de productos residuales en plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales (manejo de lodos), y residuos sólidos, recuperación de los cuerpos de aguas, especificaciones de calidad en fuentes fluviales.

Se necesitan definir nuevos modelos de negocios, que resulten sustentables, en la gestión de cada etapa de los servicios de APS y residuos sólidos estableciendo claramente su conexión con la salud y el desarrollo propiamente dicho.

El desafío de adecuar un nuevo arreglo institucional y la aplicación de sistema de vigilancia, monitoreo bajo el concepto de medición y adecuado control estadístico, constituyen elementos esenciales para la resiliencia y adaptación al cambio climático.

# ESTRATEGIA NACIONAL DE DESARROLLO 2.5.2

En la Tabla inferior se registran los lineamientos contenido en la Ley 1-12, que contempla la transformación del sector APS tendente a la cobertura total del servicio de agua potable y saneamiento y en este sentido el planteamiento de este artículo es catalizar la aplicación plena y garantizar así el acceso universal con calidad del importante servicio APS tanto para la salud como para el desarrollo del país.

|                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div> 2.5.2<br/> <i>Garantizar el acceso universal a servicios de agua potable y saneamiento, provistos con calidad y eficiencia.</i> </div> | 2.5.2.1 Desarrollar el marco legal e institucional de las organizaciones responsables del sector agua potable y saneamiento, para garantizar la provisión oportuna y de calidad, así como la gestión eficiente y sostenible del servicio.                                                                                       |
|                                                                                                                                              | 2.5.2.2 Transformar el modelo de gestión de los servicios de agua potable y saneamiento para orientarlo hacia el control de la demanda que desincentive el uso irracional y tome en cuenta el carácter social de los servicios mediante la introducción de mecanismos de educación y sanción.                                   |
|                                                                                                                                              | 2.5.2.3 Desarrollar nuevas infraestructuras de redes que permitan la ampliación de la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, tratamiento de aguas servidas y protección del subsuelo, con un enfoque de desarrollo sostenible y con prioridad en las zonas tradicionalmente excluidas. |
|                                                                                                                                              | 2.5.2.4 Garantizar el mantenimiento de la infraestructura necesaria para la provisión del servicio de agua potable y saneamiento y la disposición final de residuos.                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                              | 2.5.2.5 Desarrollar una conciencia ciudadana sobre el ahorro, conservación y uso racional del recurso agua y el desecho de los residuos sólidos.                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                                                              | 2.5.2.6 Incentivar la creación de cooperativas para la administración de acueductos rurales de agua potable y de servicios de saneamiento en zonas urbanas o rurales que lo requieran.                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                              | 2.5.2.7 Garantizar el suministro adecuado y oportuno de agua potable y el acceso a campañas de saneamiento a poblaciones afectadas por la ocurrencia de desastres.                                                                                                                                                              |

Tabla 2: Lineamientos 2.5.2

## OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible comprenden 17 objetivos, el relacionado con el agua potable y el saneamiento es el ODS #6, que a su vez tiene seis componentes: 6.1 el agua potable. El 6.2 saneamiento e higiene; 6.3 calidad del agua, en tres vertientes: el agua como recurso, ríos y cuerpos de agua; el agua para el ser humano, y calidad de las aguas residuales.

El 6.4, que aborda el tema de la eficiencia, tanto tecnológica, como en la gestión, y el 6.5 sobre la gestión del recurso, que implica gobernanza y fortaleza institucional. El 6.6 sobre los ecosistemas y su protección como sostén de vida.

Los indicadores que miden el avance para que nadie se quede atrás son 12, siendo la OMS-UNICEF depositarios de los indicadores del agua y el saneamiento:

El PNUMA- FAO- UNESCO, de lo concerniente a la institucionalidad y visión integral en la gestión del recurso, y seguimiento al tema económico financiero instituciones OCDE-OMS-PNUMA, tal como se indica en las Ilustraciones en la página siguiente.

## IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL AGUA EN LA ECONOMÍA NACIONAL

El aporte del agua en términos de PIB equivalente, representa 30,597.87 dólares en el que se considera el aporte del agua ecológica que representa en términos monetarios 3376.68 utilizando para dicho cálculo el indicador de 4 US\$ por cada m3 en su incidencia en el PIB. Los demás datos corresponden a los registros y publicaciones del Banco Central de la República Dominicana.

El agua tiene un valor polivalente, pues es de importancia tanto en la producción de agua potable como en el riego, pecuaria, en ecología para sostén del recurso, en la industria (minería, construcción, manufactura), cuyo valor alcanza 26.8 US\$/m3. (Ver tabla inferior).

### VALOR ECONÓMICO DEL AGUA POR SECTORES Y SU USO POR CADA DÓLAR

| Actividad Económica       | Aporte al PIB (millones US\$) | Demanda (hm <sup>3</sup> ) | Valor (US\$/m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| <b>Agua y Saneamiento</b> | 234.30                        | 843.80                     | 0.28                         |
| <b>Riego</b>              | 2,600.46                      | 6,429.84                   | 0.40                         |
| <b>Pecuaria</b>           | 1,260.51                      | 1,133.35                   | 1.11                         |
| <b>Ecología</b>           | 3,376.68                      | 3,675.60                   | 0.92                         |
| <b>Industria</b>          | 17,685.71                     | 659.87                     | 26.80                        |
| <b>Minería</b>            | 1,103.97                      | 19.80                      | 55.76                        |
| <b>Construcción</b>       | 7,004.94                      | 3.88                       | 1,805.40                     |
| <b>Manufactura</b>        | 9,576.80                      | 636.20                     | 15.05                        |
| <b>Turismo</b>            | 5,289.76                      | 34.56                      | 153.06                       |
| <b>Hidroelectricidad</b>  | 150.44                        | 3,988.80                   | 0.04                         |
| <b>TOTAL</b>              | <b>30,597.87</b>              | <b>16,765.82</b>           | <b>1.83</b>                  |

Fuente: Tesis sobre Valor Económico del Agua, UASD 2018 (en proceso). Asesor: Ing. Roberto Castillo Tió.

Sustentantes: Br. Neulis R. Fortuna Santos y Br. Aunix J. Pérez Agramonte

Al analizar por separado el sector industrial, la minería aporta un valor agregado de 5.76 dólares por cada m3 de agua empleado, en cambio cuando se emplea el agua en la construcción a razón de 0.7 a 1.1 m3/m2 de construcción el agua es determinante y su valor agregado representa 1,805.40 US\$ por cada m3 de agua. En cambio los procesos de manufactura, según datos disponibles son tan solo, de 15.05 US\$ por cada m3 de agua.

El turismo es una de las actividades donde el agua representa un valor agregado equivalente de 153.06 dólares por cada m3

de agua. En la producción de hidroelectricidad, el agua tiene un valor agregado de 0.04 dólares por cada m3 de agua turbinada, requiriéndose del orden de 4 a 6 m3 de agua por kWh.

La gran conclusión es que el agua en la República Dominicana es un eje alrededor del cual gira el desarrollo del país y, por lo tanto, el ordenamiento institucional de la gestión del agua, junto al saneamiento, en sus diferentes etapas, es de vital importancia para alcanzar los objetivos en la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 y los compromisos adquiridos para el cumplimiento del ODS #6 descrito anteriormente.

| ODS6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos                                                                                                                                                                                                                                                          | 6.1.1 Proporción de la población que dispone de servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura                                                                                                        |
| 6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad                                                                                      | 6.2.1 Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de manera segura, incluida una instalación para lavarse las manos con agua y jabón                                                        |
| 6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial                          | 6.3.1 Proporción de aguas residuales tratadas de manera segura<br>6.3.2 Proporción de masas de agua de buena calidad                                                                                                        |
| 6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua                                                      | 6.4.1 Cambio en la eficiencia del uso del agua con el tiempo<br>6.4.2 Nivel de estrés por escasez de agua: extracción de agua dulce como proporción de los recursos de agua dulce disponibles                               |
| 6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda                                                                                                                                                                                                     | 6.5.1 Grado de aplicación de la ordenación integrada de los recursos hídricos (0-100)<br>6.5.2 Proporción de la superficie de cuencas transfronterizas con un arreglo operacional para la cooperación en la esfera del agua |
| 6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos                                                                                                                                                                                          | 6.6.1 Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua a lo largo del tiempo                                                                                                                              |
| 6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización | 6.a.1 Volumen de la asistencia oficial para el desarrollo destinada al agua y el saneamiento que forma parte de un plan de gastos coordinados del gobierno                                                                  |
| 6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento                                                                                                                                                                                                                                              | 6.b.1 Proporción de dependencias administrativas locales con políticas y procedimientos operacionales establecidos para la participación de las comunidades locales en la ordenación del agua y el saneamiento              |

Ilustración N° 3: Objetivo de Desarrollo Sostenible; Objetivo 6

# TRES LEYES: AGUA COMO RECURSO, COMO DERECHO HUMANO Y LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS

**Separación de Roles según la Ley N° 247-12:** Esta ley de la administración pública establece en su **Artículo 3** que es aplicable a todos entes y órganos bajo dependencia del poder ejecutivo. En su **Artículo 6** establece la diferencia entre entes y órganos administrativos "La Administración pública está conformada por entes y órganos administrativos.

Constituyen entes públicos: el Estado, el Distrito Nacional, los municipios, los distritos municipales y los organismos autónomos y descentralizados provistos de personalidad jurídica, de derecho público, titulares de competencias y prerrogativas públicas.

Los órganos son las unidades administrativas habilitadas a ejercer en nombre de los entes públicos las competencias que se les atribuyen".

**Los Artículos 9 y 24** de la citada Ley, constituyen la base para la nueva definición de las instituciones prestadoras de servicios públicos; y quien firma este análisis, ya planteaba la separación de roles desde antes.

**El Artículo 9**, sobre separación de las actividades de regulación y operación, dice: "Las leyes que creen entes y órganos administrativos, respetarán la naturaleza de las misiones públicas y asegurarán la separación orgánica de las actividades de regulación de operación de los servicios públicos. No se podrán transferir la actividad reguladora en el sector a entidades de carácter mercantil aún fuesen de derecho público."

**En el Artículo 24**, se asigna la función de rectoría a los ministerios cuando establece: "Los ministerios son órganos de

planificación, dirección, coordinación y ejecución de la función administrativa del Estado, encargados en especial de la formulación adopción, seguimiento, evaluación y control de las políticas, estrategias, planes generales, programas, proyectos y servicios en las materias de su competencia y sobre las cuales ejercen su rectoría. En tal virtud, constituyen la unidad básica del Poder Ejecutivo".

Dicho en otras palabras, las instituciones prestadoras de servicios, tales como las de ordenamiento del recurso agua, abastecimiento de aguas potables y alcantarillados, y los ayuntamientos, no pueden ser juez y parte en el desempeño de sus funciones y por tanto, los roles deben estar perfectamente diferenciados en rectoría, regulación y prestadores de servicios.

## LEY DE AGUA COMO RECURSO (AGUA CRUDA)

El proyecto cuenta con más de 200 artículos, los cuales comprenden desde disposiciones iniciales, una clara separación de roles en rectoría correspondiente al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, un ordenador del recurso, responsable de aplicar la ley, y organismos sectoriales. Esto con el objetivo de hacer más eficiente el manejo del recurso agua, para que la gestión resulte eficaz y transparente, evitando duplicidades y confusiones en los roles institucionales, según interpretación de quien escribe (ver organigrama de más abajo)



Ilustración N° 3: Organigrama Ley de Agua Cruda

## ANTE PROYECTO DE LEY APS

El Anteproyecto de Ley APS es una propuesta dirigida a reformar y modernizar el sector público, alianza público-privada, en la gestión de los servicios de agua potable y saneamiento con separación de roles en rectoría, regulación y prestadores APS.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA LEY APS

- **Transparencia:** Impedir ser juez y parte.
- **Eficiencia APS:** Servicio eficiente y permanente.
- **Sistema adecuado:** Sistema financiero y tarifario adecuado.
- **Participación Social:** Garantizar la participación social.

### PRINCIPIOS DE LA LEY APS

- **Derecho Humano:** El agua potable es un derecho humano. Resolución 97/292 de la Asamblea General de las Naciones Unidas.
- **Separación de roles:** Separación de roles fundamentado en la racionalidad y en la Ley Orgánica de la Admin. Pública (Ley 247-12).
- **Principio constitucional:** Artículo 147 inc. 2 de la Constitución de la
- **Nivel jerárquico:** Principios de cada nivel jerárquico República.
- **Información:** Principios sobre la información.



## LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS DE REPÚBLICA DOMINICANA

El anteproyecto de ley sobre residuos sólidos que cursa en el Congreso Nacional de la República Dominicana: "Ley General de Gestión Integral y Co-procesamiento de Residuos de la República Dominicana", resulta oportuno y necesario para su implementación inmediata, incorporándole las siguientes observaciones que se desarrollan a continuación: Un cambio en el título de la ley para que se denomine

"Ley General de Gestión Integral de Residuos Sólidos en la República Dominicana", pues el co-procesamiento es un componente de la gestión integral. Otro aspecto de gran importancia, lo constituye la redefinición del objeto de la ley y que proponemos sea proteger la salud de la población y garantizar el uso del derecho a todos los habitantes de vivir en un ambiente sano, establecer el régimen jurídico y el

ordenamiento de la gestión integral del sistema nacional de los residuos sólidos, para prevenir la generación, reducción, reutilización, valoración y aprovechamiento de los residuos.

El ámbito de aplicación comprende todos los residuos en el territorio nacional, procesos productivos, comercialización, transporte y disposición final en su vinculación con el ciclo de los residuos y su interacción con los recursos hídricos, desde la generación, su manejo, aprovechamiento y disposición final.

El anteproyecto de ley debe incorporar el concepto de sistema nacional de residuos sólidos para la gestión integral, con el objetivo de asegurar a todos los habitantes, de modo sostenible, un ambiente saludable por la gestión integral, constituido por el conjunto de leyes, normas reglamentos, instituciones públicas, privadas, sociales, organismos internacionales y cooperantes.

El sistema nacional de residuos comprende los lineamientos de políticas, planes, programas, actividades, e instrumentos, para que el servicio de saneamiento del sector de los residuos sólidos, resulte adecuado en cobertura, calidad, economía y con igualdad a todos los habitantes del territorio nacional.

En el sistema se considera como instituciones de principalía, los ministerios de Medio Ambiente, de Salud Pública y de Educación, la Liga Municipal Dominicana, los ayuntamientos, el Distrito Nacional, las juntas de los distritos municipales y la Dirección General para la Gestión Integral de los residuos sólidos a crearse en dicha ley y los prestadores privados bajo estricta regulación.

Es importante incluir en la ley las competencias institucionales y el régimen jurídico donde se defina los niveles de gobernanzas para la gestión integral del sistema nacional de los residuos sólidos planteando lo siguiente:

**a) De los niveles de gobernanza** para la gestión integral de los residuos sólidos y fundamento del ordenamiento institucional. Estableciendo cinco niveles en la gestión integral de los residuos.

**b) Nivel de Rectoría.** El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales es el organismo Rector del Sistema Nacional de los Residuos Sólidos, participando en el ámbito de sus competencias los organismos ministeriales que tienen incidencia directa en las políticas y planificación del Sistema Nacional del Sector Residuos Sólidos, como son:

Poder Ejecutivo, Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Ministerio de Economía y Planificación, Ministerio de Hacienda, ministerios de Educación y Educación superior, universidades, Instituciones internacionales que intervienen en la salud, organismos de financiamiento, Instituciones profesionales relacionadas con la gestión de los residuos sólidos.

**c) Nivel de regulación, fiscalización y control del sector residuos sólidos.** El nivel de regulación, fiscalización y control bajo la dirección del organismo correspondiente, está integrada por todas las instituciones del Estado dominicano, incluyendo los ayuntamientos, que intervienen con los sistemas de calidad, economía, normas técnicas y ambientales. (La regulación es un mecanismo para lograr servicios eficientes).

**d) Nivel de prestación de servicios de residuos sólidos.** Son todas las entidades públicas y privadas habilitadas para prestar servicio de manejo, recolección, transporte, aprovechamiento y de disposición final de los residuos sólidos. Los Ayuntamientos pueden ser prestadores directos de los residuos sólidos municipales generados en el área de su jurisdicción, con la capacidad de delegar a entidades públicas, privadas y organizaciones sociales, como son: Juntas de vecinos, empresas y fundaciones comunitarias, organizaciones no gubernamentales y cooperativas.

Los prestadores de residuos sólidos no municipales son de responsabilidad exclusiva de sus productores, sean públicos o privados, desde su generación, manejo, recolección, tratamiento, transporte y disposición final.

**e) Nivel de usuarios y clientes del servicio.** Toda persona, sea natural o jurídica, que habite en la República Dominicana, con el

derecho a recibir los servicios de limpieza de calles, recolección, transporte y disposición final; y los prestadores, quedan obligados a proveerlos, de acuerdo con el régimen de la presente Ley y su normativa reglamentaria, de la Ley General de Salud y la Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Ley Municipal 176-07, correspondiendo a cliente, cuando el residuo es no urbano mediando con el prestador un contrato.

Es importante explicitar en la ley el régimen jurídico de los residuos, el cual debe estar constituido por las políticas, sus instrumentos y ordenamiento institucional, para el manejo integral a nivel nacional y municipal, las normas y regulaciones para cada tipo y jerarquía de residuos, los mecanismos económicos y financieros aplicables para la gestión sostenible, el conocimiento del ciclo de los residuos y su vinculación con el agua en el ciclo hidrológico y al agua y al saneamiento como derecho humano.

De igual manera, la ley debe contemplar claramente la titularidad de los residuos, es decir, en nuestra consideración, son dueños de los residuos sólidos, los productores de los mismos y los determinados por el organismo regulador del sistema nacional de los residuos sólidos, en las diferentes etapas que integran la gestión integral. Es menester aclarar, que los titulares de los residuos domiciliarios son los generados y producidos al interior del domicilio y al momento de estar en la vía pública resultan propiedad de los ayuntamientos correspondientes.

En cuanto a la titularidad de los residuos sólidos no municipales, son propiedad de los responsables de la generación, producción, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final durante el ciclo de vida del residuo a esto se refiere, el concepto de responsabilidad extendida, es decir, desde la "cuna hasta la tumba" y con la participación de quien hace uso del bien. En definitiva, la propuesta del nuevo marco institucional y ordenación jerárquica del sector residuos sólidos estaría constituida por el organismo rector, el organismo regulador y fiscalizador, organismos municipales, prestadoras públicas o privados y toda la población.

En tal sentido, el organismo rector del sistema nacional de los residuos sería el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; el ente regulador una dirección a ser creada para la gestión integral de los residuos sólidos como organismo independiente cuyo objetivo es regular la prestación de los servicios, velar por los derechos de los usuarios, fiscalizar y hacer cumplir las políticas y mandatos del organismo rector, a fin de que los integrantes del

sistema de los residuos sólidos cumplan con las responsabilidades consignadas en la ley y sus reglamentos.

Corresponde a los ayuntamientos, ser órganos ejecutivos de los residuos sólidos municipales, como órganos ejecutivos del servicio de aseo de los residuos sólidos municipales en sus respectivas jurisdicciones, cuyas competencias y atribuciones se contemplan en la Ley 176-07, con la capacidad de

prestar el servicio en forma directa o por delegación a personas físicas o jurídicas, con fundamento en el artículo 147 de la Constitución de la República Dominicana.

Los prestadores de servicios, entidades públicas o privadas autorizadas por el organismo regulador para la prestación de los servicios de recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales y no municipales.

---

## LA INGENIERÍA EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS

Ante el nuevo arreglo institucional que se avecina, la ingeniería tiene un nuevo rol, y es el de la ingeniería de los servicios, en lo atinente a su participación en la preservación del recurso ya sea mediante contratos directos o indirectos y más claramente, en la gestión de los residuos que se desarrollaría como un mercado regulado, pues en la actualidad existe, sin una eficaz regulación, y sin autoridad de regulación bien definida.

La regulación es el mejor mecanismo para la buena prestación de servicios. En el caso de la prestación de servicios en aguas potables y saneamiento, la participación de los ingenieros dominicanos se ampliaría de manera significativa, pues los roles estarán perfectamente separados en procura de la eficiencia, la economía y el buen servicio. Es un nuevo campo para el ejercicio profesional de la ingeniería.

En los próximos años, el 80% de la población estará concentrada en los centros urbanos, demandando servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y residuos sólidos y el ingeniero es el más formado para atender estos servicios, desde la concepción, el diseño, la construcción y la gestión propiamente dicha.

---

## CONCLUSIONES

1. Las propuestas enunciadas en este artículo, han sido el resultado de un largo proceso, en el que han participado consultores nacionales e internacionales, y el retardo en su aprobación ha sido básicamente por falta de diálogo y comprensión entre todos los actores que intervienen en el tema.

2. Existen las condiciones para la aprobación de las leyes citadas, y es una oportunidad de concentrar esfuerzos para resolver los problemas de preservar el recurso agua, cumplir con la meta de que todo dominicano debe ejercer plenamente el derecho humano al agua y a un sistema eficiente de gestión de residuos

3. Con la aprobación de las leyes Agua como Recurso, Agua como derecho humano y gestión integral de los residuos sólidos con roles taxativamente separados, el país da un paso gigantesco para el desarrollo sostenible

4. Es atinente, la búsqueda de formas innovadoras de financiamiento para el Sector APS. Una opción podría ser que los sectores productivos, al hacer uso del agua, deben transferir una fracción de su utilidad al dueño del bien agua, que es la sociedad, para garantizarle el derecho humano al agua y al saneamiento.

5. El tema del alcantarillado pluvial está muy asociado al valor de la tierra y a la economía urbana. Para definir el pago del servicio pluvial, se propone la hipótesis de incorporarlo a la tenencia de la tierra y los beneficiados del servicio.

### SOBRE EL AUTOR:

Es coordinador Sectorial Agua Potable y Residuos Sólidos Mesa del Agua / MEPyD. Cátedra de Ingeniería Sanitaria UASD. | [castillotio@gmail.com](mailto:castillotio@gmail.com)



## PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: OBRA DE TRASCENDENCIA HISTÓRICA



La planta de tratamiento Mirador Norte, La Zurza, que construye la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD) es una de las decisiones de mayor trascendencia asumida en las últimas cinco décadas por el Estado dominicano, toda vez que, por primera vez se implementa una política institucional en procura de encontrar soluciones reales al saneamiento de las aguas residuales producidas en el Distrito Nacional y en la provincia Santo Domingo.

Veinte y siete millones de galones de aguas contaminadas son recibidos diariamente por los ríos Ozama e Isabela, pero en los próximos meses se da por descontado que volverán al mismo destino completamente saneadas, lo que contribuirá con las acciones de recuperación de esos importantes afluentes hídricos.

Hay que valorar este proyecto que ejecuta el gobierno del presidente Danilo Medina, a través de la CAASD, en tanto con el mismo se procura robustecer el mejoramiento de los niveles socio-económicos de alrededor de 500 mil personas que disfrutarán de las bondades de esta grandiosa obra.

Con la implementación de este proyecto, centenares de miles de dominicanos elevarán sus niveles de vida con el mejoramiento de la salubridad y los positivos índices socio-económicos que se incrementarán en su favor tras la culminación de esta obra, que se inscribe dentro de las acciones que implementa el Gobierno en beneficio de la sociedad dominicana.

Tan pronto sean saneadas esas aguas residuales, el litoral Sur de la ciudad capital reducirá igualmente su grado de contaminación, en cuya obra el Gobierno invierte los recursos necesarios para conjurar un problema que afecta al medio ambiente, los recursos naturales, la salud y la economía.

Esta obra, supervisada personalmente por el director de la CAASD, arquitecto Alejandro Montás y un equipo de profesionales del organismo, y visitada en varias oportunidades por el jefe del Estado, forma parte del Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario del Gran Santo Domingo, constituirá una real "revolución", porque no solo involucra el saneamiento de las aguas de los ríos Isabela y Ozama, sino que forma parte del proyecto turístico de convertir al Distrito Nacional en un efectivo destino turístico.

Sanear las aguas residuales que se producen en el Gran Santo Domingo, con la puesta en operación de la planta de tratamiento, tiene un valor incommensurable que habla por sí sola de la importancia que tiene para el presente y futuro de la vida integral de más de cuatro millones de personas residentes en el Distrito Nacional y la provincia Santo Domingo.

Esta obra, cuyos trabajos de construcción quedaron iniciados durante una ceremonia presidida por el Presidente de la República, han marchado a pasos acelerados y cuya primera etapa está terminada, lo que se da por descontado que dentro de unos meses el país observará el valor de esta planta.

En el proyecto se han utilizado unos 20 mil metros cúbicos de concreto y 500 mil quintales de acero, se han instalado 28 kilómetros de tuberías y 36 kilómetros de cables eléctricos. Se concluyeron las obras civiles y el equipamiento de la planta de tratamiento, mientras se han colocado unos cuatro mil metros lineales de colectores, de 7,000 que contempla la obra.

Las autoridades de la CAASD se encuentran inmersas en este valioso proyecto, laborando a toda velocidad y a tiempo completo para que esta planta de tratamiento, posiblemente la más grande del área del Caribe, y en la que se invierten US\$110 millones, entre en operación en los primeros 90 días de 2019.

La ejecución de la obra ha sido observada por profesionales de las ingenierías, senadores, diputados, regidores, los alcaldes de los municipios que conforman el Gran Santo Domingo, estudiantes de todos los niveles de la educación y ciudadanos de los más de 37 sectores que se beneficiarán directamente.

La incuestionable realidad es que esta planta de tratamiento, ubicada en la avenida Jacobo Majluta, Mirador Norte, constituye una clara demostración de la capacidad gerencial del arquitecto Montás, con el respaldo del presidente Medina, quien entregará al pueblo dominicano una obra que todos debemos cuidar y valorar.

## OBJETIVO FUNDAMENTAL DEL PROYECTO

El objetivo principal de este proyecto es recolectar las aguas residuales que se descargan al río Isabel, en La Zurza, para beneficiar a 450 mil habitantes en los sectores de La Zurza, Capotillo, Miraflores, Luperón, Espaillat, La Fe, Villa Juana, Villas Agrícolas, Villa Consuelo, Simón Bolívar, San Juan Bosco, Kennedy, Cristo Rey (Parte) y los Guaricanos.

## COMPONENTES DEL PROYECTO

Línea de impulsión de Ø1200 mm de PRFV, PN-16. Colectores hacia cárcamo de bombeo. Suministro y colocación de 1,690 ml de tubería de Ø24" PVC SDR-32.5. Suministro y 1,750 ml de tubería del mismo diámetro, pero de hormigón armado para instalarse con microtuneladora hincado.

Línea de impulsión de Ø1200 mm de PRFV, PN-10. Construcción de 43 registros sanitarios en ladrillos en profundidades de 00-5.00 m, y el levantamiento de 20 registros mediante sistema de pilotes secantes en profundidades de 3.00-13.00m.



Suministro y colocación de 5,530 ml de tubería de Ø1200 mm de PRFV, PN-10. Construcción de 12 registros de hormigón armado para válvulas de aire y vacío, 7 registros de hormigón armado para válvulas de desagüe. Se está realizando el armado del acero para la séptima fase muro fuste y resane del elemento.





Ilustración: Wilson Morfe

## LOS SUSTITUTOS AL REFRIGERANTE R22 Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Por: IME. José Luis Moreno San Juan.

**H**emos usado por años como sustancia refrigerante segura en la mayoría de los sistemas de climatización artificial al R-22; pero ahora ya no lo es por su efecto reductor de la capa de ozono, por lo que hoy estamos abocados a sustituirla.

## INTRODUCCIÓN

No todo lo que se da por cierto realmente lo es. Hemos usado por años como sustancia refrigerante segura en la mayoría de los sistemas de climatización artificial al R-22; pero ahora ya no lo es por su efecto reductor de la capa de ozono, por lo que estamos abocados a sustituirla. En consecuencia, comentaremos cuáles factores se toman en cuenta para obtener un reemplazo o un sustituto de un refrigerante, así como de lo que ocurre con la capa de ozono y con el clima del planeta, el llamado calentamiento global, una forma muy específica de referirse al cambio climático, un término más amplio, pues engloba todos los posibles cambios.

## SOBRE EL R-22, SUS REEMPLAZOS Y SUSTITUTOS

El R-22, o cloro-difluor-metano, es un gas incoloro, utilizado en los equipos de refrigeración usados para climatización artificial y hasta hace poco era el gas refrigerante más empleado en los equipos de refrigeración utilizados para la climatización artificial, tanto para instalaciones domésticas como de tipo industrial, por su bajo punto de fusión ( $-157^{\circ}\text{C}$ ), por no ser tóxico y de baja peligrosidad su uso.

Su densidad es tres veces la del aire; en estado líquido 1.2 veces la del agua y a  $20^{\circ}\text{C}$  tiene una presión de saturación de 9.1 bares. Todo parecía perfecto con esta sustancia sintetizada por la humanidad..

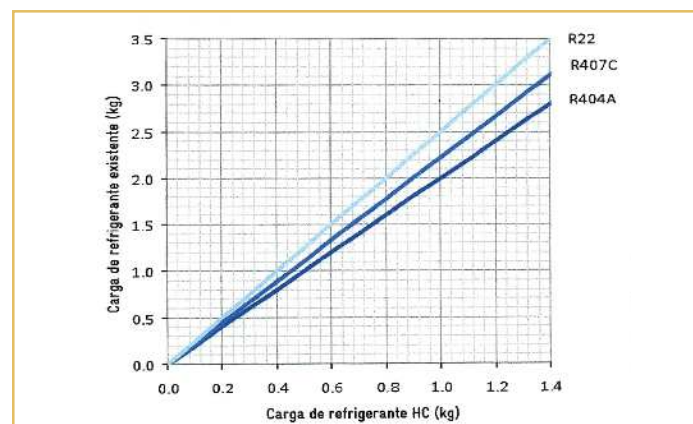
Pero un efecto no previsto ocurrió con el uso de esta sustancia, se determinó que cuando escapaba de un equipo llegaba a las altas capas de la atmósfera y disminuía la formación de ozono. Para evitar el daño de la capa de ozono se está prohibiendo su distribución en muchas regiones del Mundo. Se recomendó como su sustituto al R-410A, pero únicamente viendo este aspecto, pero sin tomar en consideración el impacto negativo del sustituto al aumentar el efecto invernadero.

El R-22 se comenzó primero a reemplazar por el R-427A en los equipos existentes que usaban dicho refrigerante y más recientemente se sustituye por el R-410A en los equipos nuevos, diseñados específicamente para este nuevo refrigerante. Ambos son mezclas no azeotrópicas, aunque el R-410A es casi azeotrópica. También se ha sustituido el R-22 por el R-134A en equipos nuevos, diseñados para este tipo de refrigerante.

**Los sustitutos del R-22, y de cualquier otro tipo de refrigerante deben cumplir con ciertas características:**

- No dañan la capa de ozono (ODP).
- Tienen bajo efecto invernadero (GWP).
- No son tóxicos ni inflamables.
- Son estables en condiciones normales de presión y temperatura.
- Son eficientes energéticamente.

Un buen reemplazo al R-22 para los equipos viejos lo puede ser el R-290, es decir, propano puro (no se trata de propano comercial), en equipos de pequeña capacidad, la cantidad de refrigerante a usar en el reemplazo es mucho menor, lo cual provoca además un considerable ahorro de energía, pues el flujo de gas a mover es muy inferior a la original (1 kg de HC por cada 2.5 Kg de R-22), con casi iguales resultados en la capacidad de enfriamiento del equipo, como se especifica en la siguiente gráfica. La Asociación Dominicana de Técnicos de Refrigeración (ADOMTRA) ha tenido excelentes resultados con este reemplazo en equipos hasta 5 TON(r).



□ Gráfico N° 1: Comparación de carga de refrigerante.

## NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE Y SUS CONSECUENCIAS

La normativa al respecto indica que desde enero de 2004 se prohíbe la manufactura de todo tipo de equipos con HCFCs (Hidroclorofluorocarbonos). Desde enero de 2010 está prohibido por la Unión Europea (UE), según Reglamento (CE) 1005/2009 sobre sustancias que agotan la capa de ozono, importar, producir, vender y/o usar R-22 virgen.

Se permitió el uso de R-22 regenerado hasta 2015 para cubrir la demanda de R-22 en instalaciones existentes, como posibles fugas, se han elaborado varios productos sustitutos como el R417A, R417B o el R427A, siendo este último el mejor reemplazo, los cuales aseguran una transición sencilla y no son destructoras de la capa de ozono, al no contener cloro en su composición química.

El R417A es una mezcla casi azeotrópica (de punto de ebullición constante, como si se tratase de una misma sustancia) de los refrigerantes: R125 (46.6%), R134a (50%) y R600a

(3.4%) y el R417B es una mezcla casi azeotrópica de los refrigerantes: R125 (79%), R134a (18.3%) y R600a (2.7%). Ambos pueden trabajar con aceite mineral, similar al de R-22, son los mejores para reemplazos en equipos diseñados para R-22, se recomienda cambios de juntas. El R-427A es una mezcla no azeotrópica de los refrigerantes:

R125 (25%), R134a (50%), R143a (10%) y R32 (15%); es compatible con todos los equipos de temperatura por encima de los 20°F cambiando el tipo de aceite a uno polioléster, se debe cargar el equipo en fase líquida. El R-410A es una mezcla casi azeotrópica de 50% de HFC-32 y 50% de HFC-125, y presenta un deslizamiento de temperatura inferior a 0.2°C.

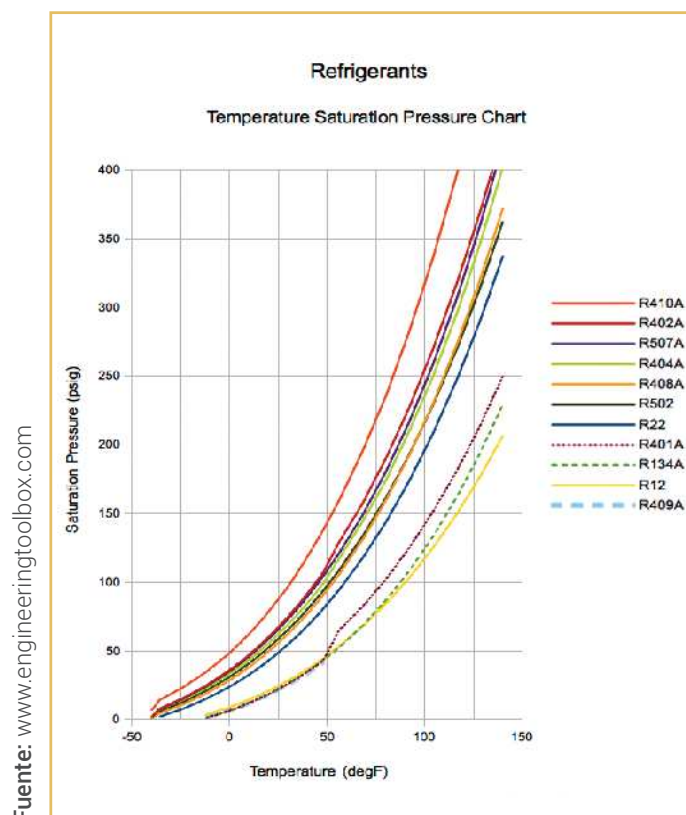
En la República Dominicana debemos esperar antes de normar el sustituto, mientras tanto es mejor usar el R-410A en los equipos que vengan con este refrigerante, sin que se reglamente la sustitución. Entendemos que en el futuro no se usará el R-410A.

## CONSIDERACIONES SOBRE EL CICLO TERMODINÁMICO CON EL R-410A, EN RELACIÓN AL R-22

El refrigerante R-410A, aunque es hasta ahora el mejor sustituto para equipos nuevos diseñados expresamente para este refrigerante, no se puede usar en equipos viejos, no diseñados para el mismo, pues con dicho refrigerante su compresor aumentaría la capacidad de desplazamiento de refrigerante, requiriendo además una presión de condensación de 375 Psig y mayor capacidad de intercambio de calor en el condensador, lo cual significa que el condensador de un equipo diseñado para usar R-22 sería insuficiente para condensar el gas refrigerante saliendo del compresor, el equipo no funcionaría.

También se requiere usar un aceite para la lubricación diferente al mineral usado con el R-22; el R-410A requiere un aceite sintético polioléster (POE). El R-410A, desde el punto de vista termodinámico es un sustituto ideal para equipos nuevos que trabajen por debajo de los 20°F (6.7°C), pero en sentido general se puede usar como sustituto para todas las aplicaciones donde se usaba R-22; posee una capacidad frigorífica volumétrica superior al R-22, lo que permite el uso de compresores de menor desplazamiento para obtener la misma potencia frigorífica, mejores propiedades de intercambio térmico y mejor rendimiento.

Todo ello posibilita la reducción del tamaño de los equipos. Al ser una mezcla casi azeotrópica es muy fácil de manipular.



| Temperature<br>°F °C |       | R22  | R407C         |              | R417A         |              | R410A |
|----------------------|-------|------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------|
|                      |       |      | Liquid Press. | Vapor Press. | Liquid Press. | Vapor Press. |       |
| -40                  | -40.0 | 0.5  | 3.0           | 4.4          | 0.5           | 4.2          | 11.6  |
| -35                  | -37.2 | 2.6  | 5.4           | 0.6          | 2.4           | 0.8          | 14.9  |
| -30                  | -34.4 | 4.9  | 8.0           | 1.8          | 4.5           | 1.5          | 18.5  |
| -25                  | -31.7 | 7.4  | 10.9          | 4.1          | 6.9           | 3.6          | 22.5  |
| -20                  | -28.9 | 10.1 | 14.1          | 6.6          | 9.4           | 5.9          | 26.9  |
| -15                  | -26.1 | 13.2 | 17.6          | 9.4          | 12.2          | 8.4          | 31.7  |
| -10                  | -23.3 | 16.5 | 21.3          | 12.5         | 15.2          | 11.2         | 36.8  |
| -5                   | -20.6 | 20.1 | 25.4          | 15.9         | 18.5          | 14.3         | 42.5  |
| 0                    | -17.8 | 24.0 | 29.9          | 19.6         | 22.0          | 17.6         | 48.6  |
| 5                    | -15.0 | 28.2 | 34.7          | 23.6         | 25.9          | 21.2         | 55.2  |
| 10                   | -12.2 | 32.8 | 39.9          | 28.0         | 30.0          | 25.1         | 62.3  |
| 15                   | -9.4  | 37.7 | 45.6          | 32.8         | 34.5          | 29.3         | 70.0  |
| 20                   | -6.7  | 43.0 | 51.6          | 38.0         | 39.3          | 33.9         | 78.3  |

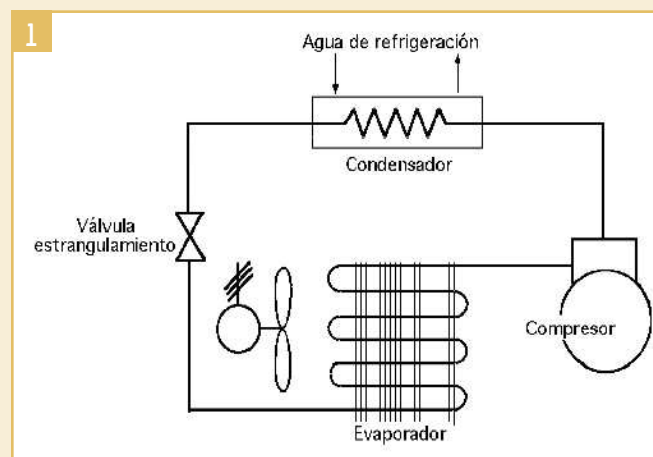
## ANÁLISIS DEL CICLO TERMODINÁMICO Y EL COMPORTAMIENTO DE LOS SUSTITUTOS, TOMANDO COMO REFERENCIA LAS GRÁFICAS ENTALPÍA-PRESIÓN (H-P)

El ciclo termodinámico ideal de una máquina de refrigeración (ciclo de refrigeración ideal o teórico) consta de cuatro procesos: Dos procesos isotérmicos en el evaporador y condensador con intercambio de calor, en el primero absorbiendo calor y en segundo cediendo calor, un proceso de compresión sin intercambio de calor (adiabático) en el compresor y un proceso de expansión, sin intercambio de calor (a entalpía constante) en la válvula de expansión, placa de orificio o capilar. Cuando nos referimos a estos dos últimos casos, sin intercambio de calor, es en términos relativos a la cantidad total de energía involucrada en los mismos. (Gráfica1)

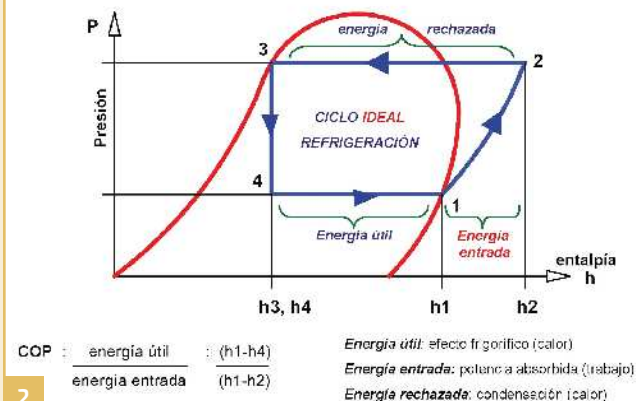
En la realidad los procesos isotérmicos son isobáricos, es decir de presión constante, o casi constante, como veremos en el siguiente gráfico (2) donde se muestra el ciclo de refrigeración real donde se pueden observar los estados 1 y 3 desplazados, por razones operativas del compresor y del expansionador.

En toda máquina de refrigeración es importante conocer el rendimiento energético. El mismo se determina dividiendo el flujo de calor que podemos absorber en el evaporador, que es el mismo que removemos del aire de la habitación, y al cual se representa como  $Q_l$ , entre el flujo de energía que necesitamos aplicar en el compresor para completar el ciclo que se representa como  $W_p$ .

A esta relación se le conoce como Coeficiente de Operación o Comportamiento de la máquina de refrigeración, o acondicionador de aire, y se representa como COP.



CICLO REFRIGERACIÓN IDEAL DIAGRAMA PRESIÓN – ENTALPÍA



El COP viene expresado en Watios térmicos/ Watios eléctricos (o KWt/KWe), pero como ambos son equivalentes podemos decir sin ninguna dimensión, también se suele denominar como COPr, para distinguirlo del usado en calefacción (COPc), o como un índice de eficiencia energética (IEE) o razón de eficiencia energética (EER), en cuyos casos se expresan en unidades híbridas, por lo general en BTU/Wh. Hoy en día las unidades acondicionadoras de aire presentan como mínimo aceptable un IEE de 10 BTU/Wh (COPr= 2.93) y para ser consideradas de alta eficiencia deben presentar un IEE por encima de 14 BTU/Wh (COPr= 4.10). El índice para una capacidad parcial del equipo siempre será mayor a los anteriores, se especifica como SCOP, SEER o SIEE. El SEER mínimo aceptable actualmente es de 16 BTU/Wh.

La siguiente gráfica (3) muestra un ejemplo del ciclo termodinámico de refrigeración básico simplificado para un equipo típico, usando como sustancia refrigerante R-22.

#### En este ciclo determinamos:

$COP_r = Q_L / W_p = 163.1 / 39.1 = 4.171$  (Coeficiente de Operación de la máquina de refrigeración, 2da. Ley de la Termodinámica)

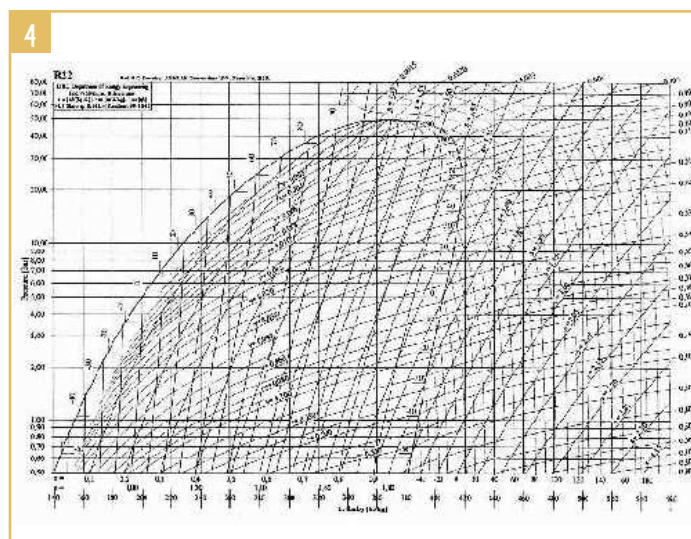
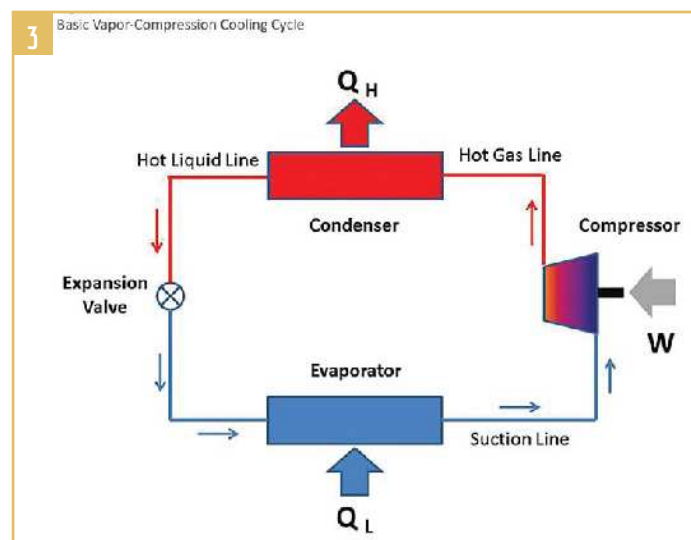
$W_p = Q_h - Q_L = 202.2 - 163.1 = 39.1$  KW (1ra. Ley de la Termodinámica)

$Q_h = Q_L + W_p = 163.1 + 39.1 = 202.2$  KW (llamado calor de relajación en el argot técnico)

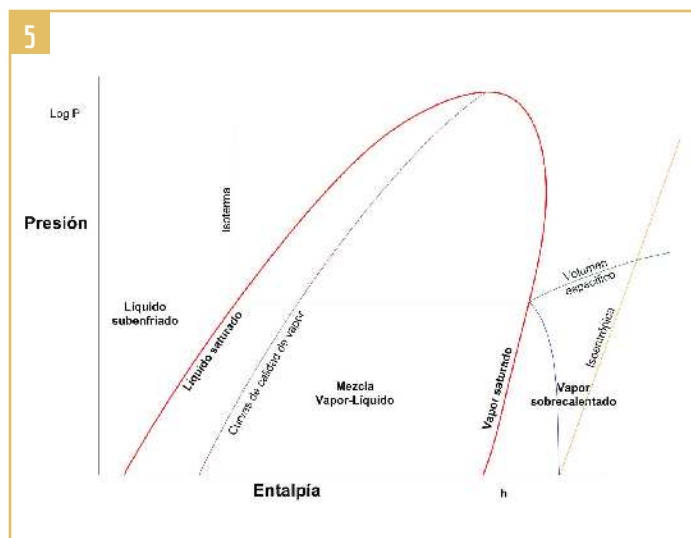
$Q_L$  es el calor removido del aire de la habitación y  $Q_h$  es el expulsado al aire exterior o atmosférico, en KWt y  $W_p$  es la potencia consumida en el compresor en KWe.

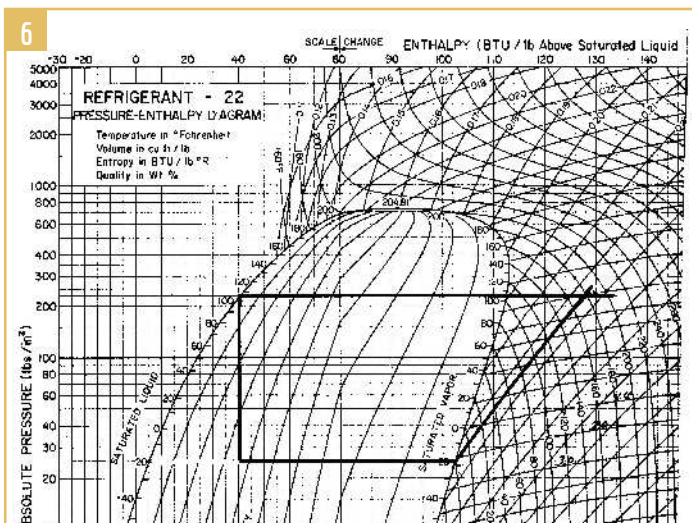
Un buen refrigerante sustituto debe poder remover calor como lo hacia el refrigerante a ser sustituido, para lo cual lo más importante es la temperatura de evaporación. Para encontrar un buen sustituto debemos comparar sus diagramas entalpía-presión (h-p), los cuales en el caso de un reemplazo deberán ser muy similares. Se conoce como entalpía a una relación entre tres propiedades termodinámicas (presión, volumen específico y energía interna, de este modo:  $h = u + pv$ ).

Veamos como se representa primero el diagrama entalpía presión para el R-22, similares a los diagramas de Mollier de cualquier sustancia, aunque estos últimos son diagramas entalpía entropía (h-s) y como se representa el ciclo de refrigeración en la cúpula de saturación. La entropía es otra propiedad termodinámica, relacionada con la cantidad de energía transferida en forma de calor a una determinada temperatura. El diagrama (h-p) representa, de manera generalizada, las propiedades termodinámicas de la sustancia en torno a la zona de saturación o cúpula de saturación, donde la sustancia (refrigerante) pasa de líquido a vapor (evaporación) y de vapor a líquido (condensación). gráfica (4)



De manera muy simplificada vemos el diagrama anterior para mostrar el significado de cada una de las curvas graficadas.



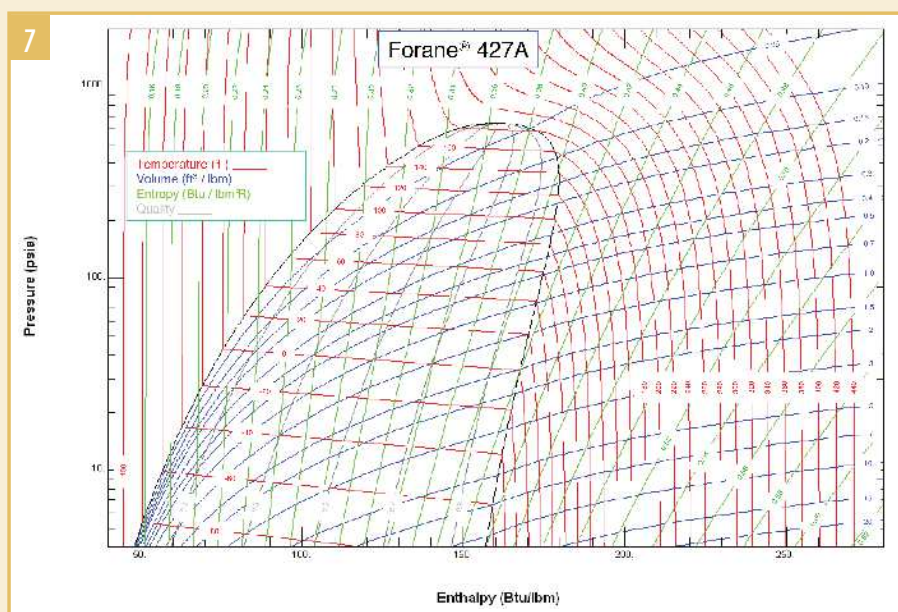


Sobre dicho diagrama ahora representamos como se completa el ciclo termodinámico de refrigeración. (grafica 6)

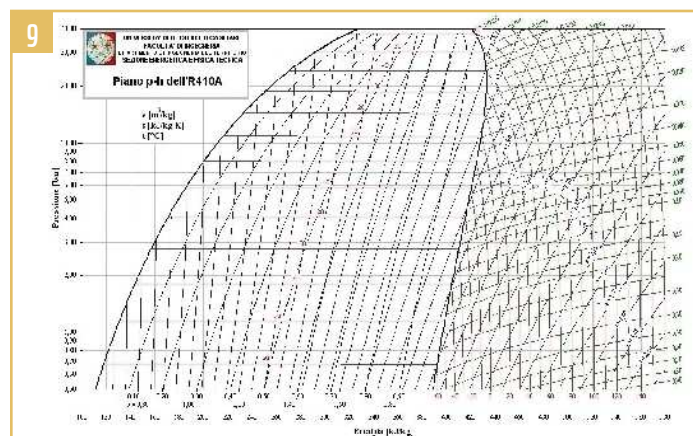
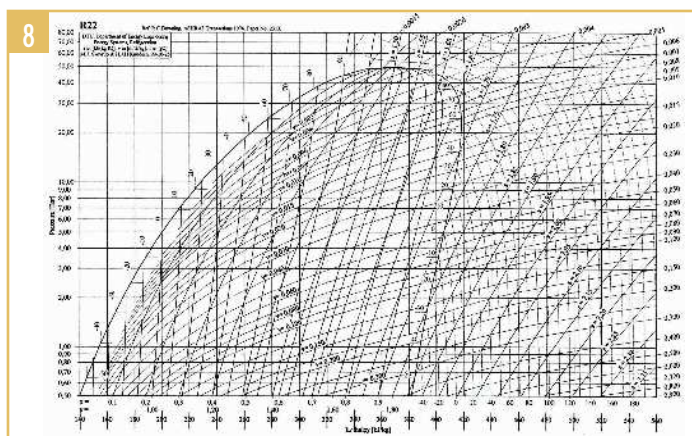
Los diagramas de las propiedades termodinámicas en la zona de saturación de los diferentes refrigerantes son como las huellas dactilares de las personas.

Para buscar el mejor reemplazo o sustituto se deben buscar el refrigerante con el diagrama más parecido (iguales es imposible) al que se va a sustituir o reemplazar, para la zona de trabajo, o de uso, es decir donde se debe completar el ciclo del refrigerante original.

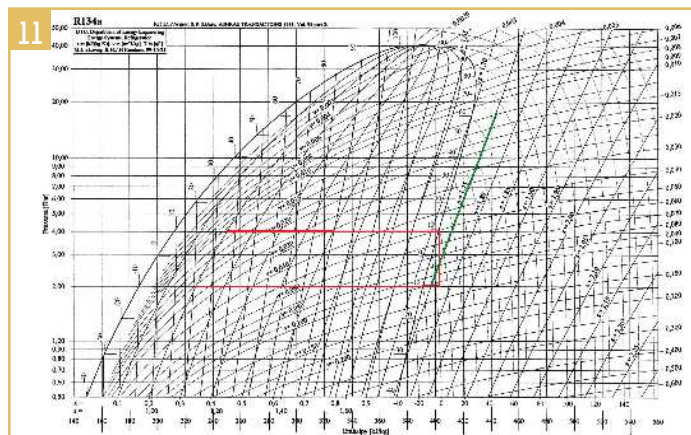
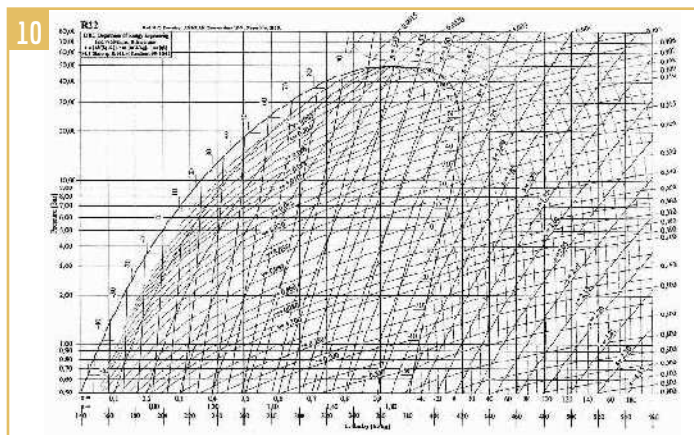
Comencemos por el diagrama presión-entálpia del R-427A, uno de los mejores reemplazos del R-22 en equipos viejos de capacidad por encima de las 5 TON(r).



Comparemos ahora los diagramas de propiedades termodinámicas de del R-22 y del R-410A, el "mejor" sustituto del R-22, para advertir sus semejanzas. (Graficas 8 y 9);



De igual forma comparemos los diagramas de propiedades termodinámicas del R-22 y el R-134A, para apreciar que es factible su uso para ciertas zonas de trabajo, en equipos nuevos diseñados expresamente para este refrigerante, como equipos de agua helada (chiller), (gráficas 10 y 11).



En los diagramas h-p anteriores se pueden observar las conveniencias del refrigerante R-410A, el cual es una mezcla casi azeotrópica con un deslizamiento de temperatura inferior a 0.2°C. Desde el punto de vista termodinámico por eso es el ideal como sustituto del R-22 en equipos nuevos; sin embargo, las presiones de trabajo del R-410A son 60% más elevadas.

Por eso los equipos deben ser diseñados para las nuevas presiones de trabajo, pero se consigue mejorar su operación aumentando el COP, es decir son más eficientes en términos energéticos que los que usaban R-22.

En conclusión, debemos distinguir entre un sustituto y un reemplazo de una sustancia refrigerante. El uso de un sustituto supone un nuevo diseño del equipo, mientras que el de un reemplazo no y debe ajustarse a las condiciones de trabajo del equipo viejo, de manera que este pueda seguir operando, con ligeros ajustes.

Un sustituto debe reunir como condición características termodinámicas que permitan trabajar a temperaturas de evaporación similares a las requeridas a las del uso del equipo de refrigeración con R-22, aunque se tengan presiones y desplazamientos, o flujos diferentes para conseguir igual propósito. Esto siempre implica la necesidad de un nuevo diseño mecánico para el equipo de refrigeración.

Mientras, un reemplazo debe reunir como condición, características termodinámicas similares a la sustancia reemplazada, que permita el uso del equipo diseñado para el refrigerante anterior con mínimos ajustes en el equipo, pues no implica un nuevo diseño mecánico, sólo cambios en el tipo de aceite, cambio de juntas y ajuste en el elemento de expansión.

En tal sentido, un buen reemplazo del R-22 en equipos viejos que no excedan las 5 TON(r) de capacidad, es el R-290 (propano puro, no el propano comercial, que normalmente usamos), para lo cual se puede usar el mismo aceite, tomando ciertas precauciones en la ubicación de los componentes eléctricos. El reemplazo mejora considerablemente la eficiencia del equipo, pues se usa el 40% de la masa del refrigerante original, como señalamos en el punto 4.

Dentro de un mundo lleno de intereses, donde el inducir el consumo mediante la obsolescencia prematura es ya habitual, debemos reflexionar un poco sobre todo lo que está envuelto detrás del tema del cambio de refrigerantes, pero también muchos aspectos relacionados con los negocios que se mueve alrededor del tema del cambio climático.

Aunque no siempre nuestros planteamientos reciben una buena acogida, por ir en contra de los paradigmas que se nos han impuesto, es mi deber exponerlos aquí por su relación con la

termodinámica, las máquinas térmicas y de refrigeración, a modo de reflexiones relacionadas con la afectación de la capa de ozono y la realidad del cambio climático, desde un punto de vista diferente al generalmente aceptado.

## REFLEXIONES SOBRE LA AFECTACIÓN DE LA CAPA DE OZONO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Hablar sobre el cambio climático y en especial, el calentamiento global, es un tema de moda en la actualidad, pero se habla de ello por lo general, de la misma manera que se hablan de otros temas, respondiendo a paradigmas (lo cual significa el resultado de los usos, y costumbres, de creencias establecidas de verdades a medias), los cuales condicionan la respuesta racional que damos, guardando esta una estrecha relación con la manera en que hemos sido educados por lo general en base a ellos.

En tal sentido lo que debemos tratar de entender, rompiendo con los paradigmas, es si el aumento de CO2 en el pasado, cuando no existía la civilización humana, fue realmente la causa del aumento de temperatura de la atmósfera y no a otros fenómenos, o si por el contrario el aumento de temperatura

fue lo que provocó un incremento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera, por el desarrollo y evolución de la propia vida, fruto de dicho aumento de temperatura.

Dentro de la ruptura con los paradigmas debemos prestar también atención a la evolución de los gases de la atmósfera de la Tierra y a que se debieron los cambios, pues en el pasado la composición de la atmósfera era muy diferente a la actual, existía muy poco oxígeno y solo en los últimos 500 millones de años pasó de un 10%, al nivel de

oxígeno actual de un 21% en volumen. En la medida en que el nivel de oxígeno aumentó, disminuyó, en términos relativos, el nivel del CO<sub>2</sub> en la atmósfera y evolucionó al mismo tiempo la vida sobre el planeta.

Muchos se asombran al conocer que composición de la atmósfera actual ha sido fruto de una evolución donde al principio el oxígeno era casi inexistente y que este fue el resultado de la contaminación de la atmósfera en el planeta Tierra durante miles de millones de

años, antes del presente, por la actividad de la vida microbiana y su nueva forma de extraer la energía del Sol, mediante la fotosíntesis.

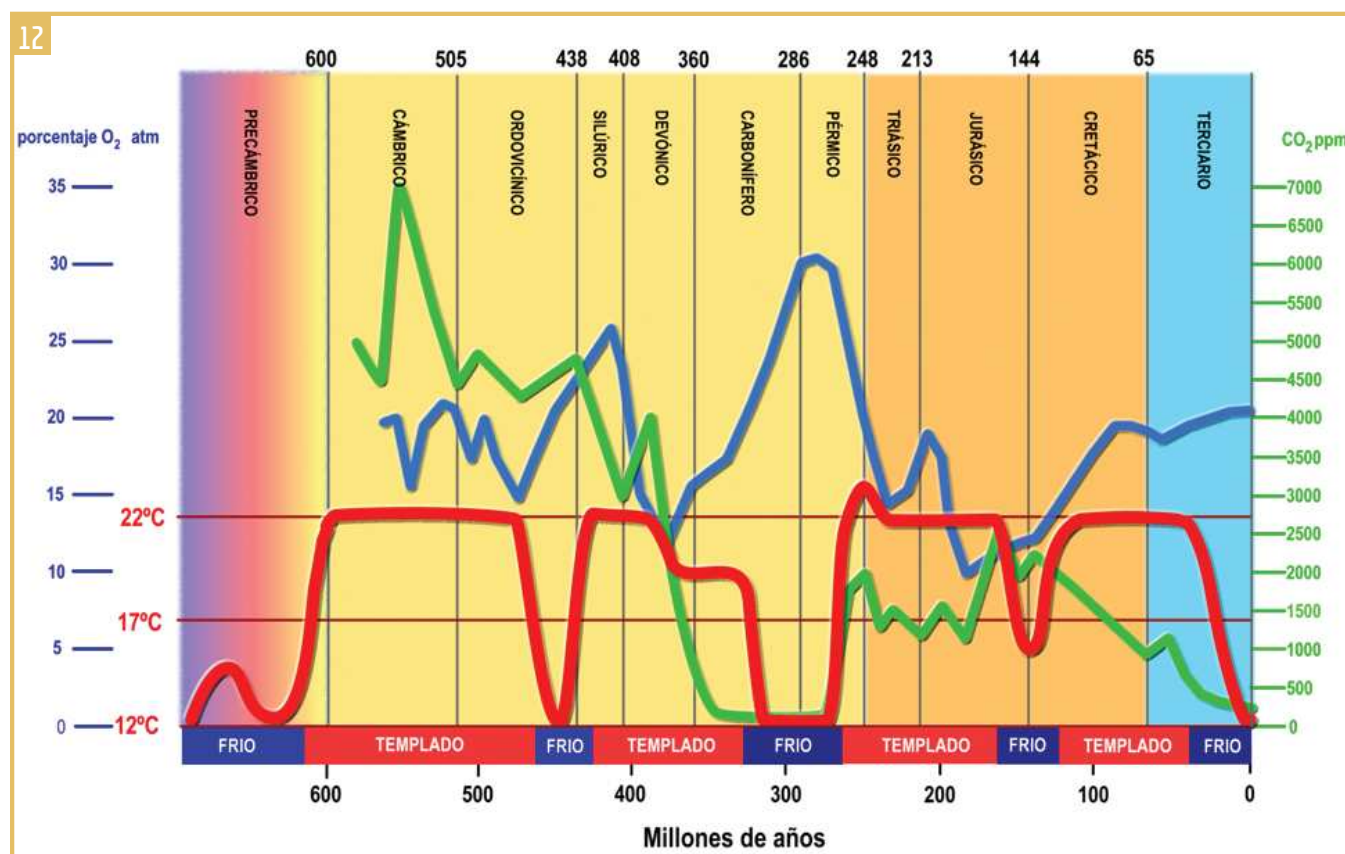
Las especies que no se pudieron adaptar a los estragos de la oxidación creciente perecieron, de las sobrevivientes descendemos casi todos los seres vivos de la Tierra, excepto los microorganismos que no se adaptaron a la oxidación y que se refugiaron en los lodos acuáticos, donde aún viven sus descendientes, sin grandes cambios.

Las evidencias indican que, para una misma temperatura de la atmósfera, han existido diferentes niveles de CO<sub>2</sub> en todas las épocas, como se puede observar en las dos figuras que mostraremos a continuación sacadas de fuentes bibliográficas de autores diferentes (gráfica 12).

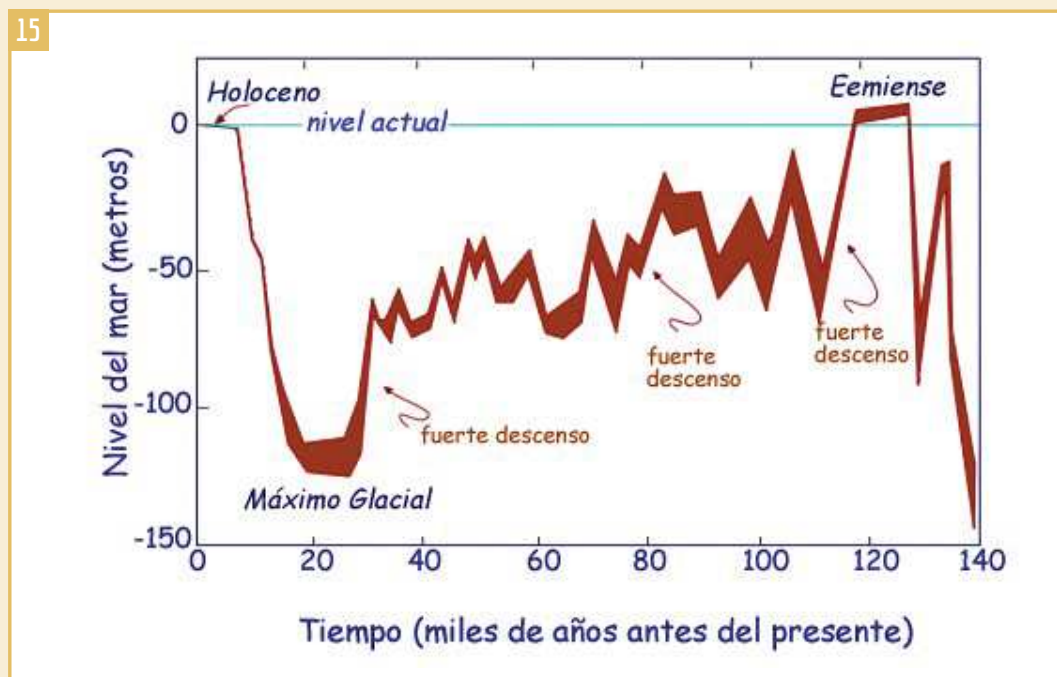
En la mitad del Jurásico la temperatura media de la atmósfera se mantuvo en unos 21.5°C, pero el nivel de CO<sub>2</sub> subió de 1500ppm a 2500ppm, es decir sin que se registrara aumento de la temperatura media del aire, pero descendió

por un evento fortuito que nada tuvo que ver con el aumento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera, sino al choque con la Tierra de un gran meteorito en la zona de la península de Yucatán, lo cual provocó una enorme nube de polvo, a nivel planetario, la cual bloqueó la luz solar por largo tiempo.

Las siguientes gráficas muestran la evolución del oxígeno y el CO<sub>2</sub> en la atmósfera en el tiempo, así como los cambios en los niveles de CO<sub>2</sub> y las temperaturas medias de la atmósfera, extraídas de la gráfica 12.



Otro tema son las variaciones del nivel del mar y sus pronósticos actuales, con elevaciones del nivel del mar catastrófico y de una magnitud (hasta 60 metros), que no guarda relación alguna con ninguna evidencia del pasado, en el anterior interglacial el nivel del mar sólo subió unos 6 metros, en relación a su nivel actual. En los últimos 110 mil años, tiempo transcurrido desde el último interglacial llamado Eemiense, al actual llamado Holoceno (para muchos paleoclimatólogos Antropoceno), las variaciones del nivel del mar se muestran en la figura siguiente. (gráfico 15)



Vale la pena que hacer una aclaración sobre el tema del ozono y de la capa de ozono, pues escuche una vez decir a un expositor sobre el tema que la capa de ozono nos protegía de los rayos ultravioleta y me vi obligado a precisarle, pues habían en el público muchos jóvenes estudiantes, de que no es la capa de ozono lo que nos protege, sino la formación del ozono lo que contribuye a ello, pues en este proceso formativo es que se capta energía de los rayos en la disociación del oxígeno molecular para formar del oxígeno atómico, que reacciona con el molecular para formar el ozono, por eso es que una buena parte de la radiación ultravioleta no lograr llegar a la superficie de la Tierra.

**Se confunde una consecuencia, o efecto, con la causa. La captura de energía se puede esquematizar así.**

Formación del ozono

$O_2 + \text{luz ultravioleta} \rightarrow O + O$

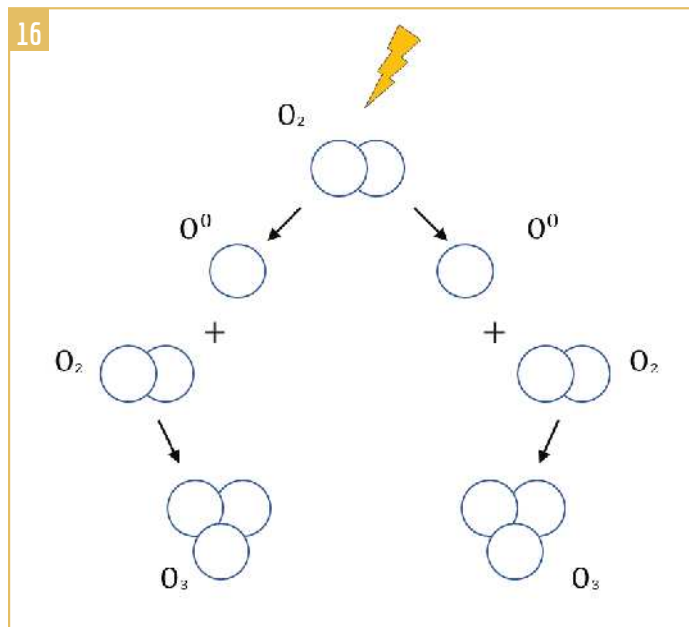
$O + O_2 \rightarrow O_3$

Disminución del ozono por formación de  $NO_2$  y  $NO$

$O_3 + \text{luz ultravioleta} \rightarrow O + O_2$

$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$

$NO_2 + O \rightarrow NO + O_2$



Disminución del ozono por liberación de CFCs y formación de  $ClO$  y  $Cl$

$CFCl_3 + \text{luz ultravioleta} \rightarrow CFCl_2 + Cl$

$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$

$ClO + O \rightarrow Cl + O_2$

Como se aprecia en todos los casos se absorbe energía proveniente de la zona del espectro correspondiente al ultravioleta (UV) para la disociación molecular, aunque no se forme ozono, pero la sustancia extraña era la sintética y tiene lógica verla como la causante del problema, por eso la eliminación de los CFCs no ha sido tan decisiva en la recuperación de la capa de ozono, pues se han incrementado los óxidos de nitrógeno que se producen en los procesos de combustión, así como a otras sustancias que liberan cloro y que usamos en grandes cantidades y por eso los niveles de UV no se han incrementado.

El agujero de la capa de ozono llegó en la Antártida a un máximo histórico en octubre del año 2015, contradice del paradigma de la capa de ozono y los intereses económicos creados por el paradigma, no se divulgó.

Esta confusión sobre la relación causa-efecto también puede estar ocurriendo con la temperatura de la atmósfera terrestre y el nivel de CO2 en la misma y su relación con el efecto invernadero, pues podría ser el aumento de la temperatura la que causo el aumento del CO2 y no lo contrario en el pasado y por lo tanto no ser la causa el CO2.

Los modelos para simular el efecto invernadero asumen como constantes algunos factores que inciden en este fenómeno natural, pero que en realidad son variables a largo plazo, incluyendo la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera, el propio oxígeno, niveles de radiación solar, energía interna de la Tierra y la opacidad de la atmósfera.

Los modelos tampoco son capaces de predecir con precisión lo que puede ocurrir en un futuro cercano en la atmósfera terrestre, próximos 100 mil años, ni cuando entraríamos en otra glaciación, que debería iniciarse mucho antes, tal vez antes de terminar este milenio. El balance de flujos energéticos en la atmósfera que realizamos para el momento actual (relativo a los 342 W/m2 de entrada extraterrestre media y otras constantes), se resume en lo siguiente:

$$\text{Eabs, sol} + \text{Eabs, atm} = \text{E Conv} + \text{E evap} + \text{E emitida}$$

$$50\% + 83\% = 7\% + 23\% + 103\%$$

Sin embargo, el efecto invernadero no es debido a que "la atmósfera refleja la radiación solar que llega a la superficie terrestre", ni a que "la atmósfera refleja la radiación infrarroja terrestre", como a veces se dice para simplificar, sino a que la atmósfera está caliente y emite energía (hacia abajo y hacia arriba); a efectos radiación desde la superficie, la atmósfera es equivalente a un cuerpo negro a unos 266 °K con una nubosidad media y unos 255 °K con cielo claro, que nos aísla del frío interestelar a 2.7 °K. En tal sentido el efecto invernadero es beneficio. Desde la época de Arrhenius (principios de siglo XX), para cerrar el balance se requería una emisión infrarroja neta de 68 W/m2 al espacio exterior, todo esto supone valores constantes.

El calentamiento por efecto invernadero (llamado en inglés Greenhouse Warming, GW) se define como la diferencia

entre la temperatura media de la superficie y la del balance de radiación exterior (contando solo la irradiancia solar y el albedo, pero asumiendo la emisividad igual a 1); para la Tierra es  $GW = 288 - 255 = 33$  °K (33 °C). De estos 33 °C de calentamiento por efecto invernadero terrestre, casi 20 °C corresponden al H2O, 9 °C al CO2, 2 °C al O3 (ozono), 1.5 °C al NO2, y casi 1 °C al CH4, pero que esto ocurra no es malo, es realmente bueno, a gracias al mismo se debe el desarrollo de la vida y de la civilización humana actual. (ref.3)

El clima en nuestro planeta siempre ha sido cambiante, existiendo más períodos "fríos" que "calientes", debido a múltiples causas, prevaleciendo los "fríos", en los cuales la vida inverna, catastróficos para la vida. Como ya comentamos, muchos factores que consideramos como constantes en el corto plazo, a largo plazo no lo son, veamos algunos, pues en el balance anterior así se han supuesto.

Las variaciones de la radiación solar sobre la Tierra, que a veces se suponen no tan significativas, tal vez si lo sean y mucho, incluso los propios ciclos de actividad del Sol y otros fenómenos de transferencia de calor relacionados con la materia oscura interestelar.

Otros aspectos astrofísicos son importantes, como la inclinación del eje de rotación de la Tierra respecto al plano supuesto de la elíptica que realiza la Tierra en su traslación torno al Sol (en realidad es una "helicoidal" elíptica), que va de 24.5 a 19.5 grados, algo que ocurre en periodos de tiempo muy largos para la realidad de la vida humana, unos 41 mil años, además de esto ocurre un bamboleo del eje (bucle) en promedio cada 21 mil años, más o menos 2 mil años, así como un cambio de excentricidad cada unos 100 mil años. Estos aspectos astrofísicos explican muy bien los períodos de duración de las glaciaciones cíclicas y los períodos interglaciares.

Luego la radiación solar y otros factores que se asume como constante en el corto plazo, para largos períodos de tiempo no lo son y esto complica los posibles modelos matemáticos que deben suponer como variaran valores que, en corto plazo, se asumen constantes, creando funciones complejas que los definan a largo plazo como variables; lo cual, haría invalido nuestro balance energético de la atmósfera del momento actual, en el futuro.

Un efecto mayor sobre la temperatura de la atmósfera lo puede estar causando las enormes cantidades de calor que estamos descargando a la atmósfera, fruto de todos los dispositivos disipadores de calor que usamos de manera cotidiana, y que no estamos en condiciones de dejar de usar, cuyo uso se ha incrementado de manera casi exponencial debido sobre todo al incremento de la población humana. Esto puede ser más significativo que el propio CO2.

Como consecuencia la atmósfera habría dejado de ser ya un depósito térmico, como lo fue en el pasado, cuando el calor generado por la actividad humana no era tan significativo como lo es hoy. Puede que se esté exagerando sobre la capacidad real del incremento del CO2 en la atmósfera, para

bloquear la disipación de calor en una franja del infrarrojo, aquella para la cual las moléculas de vapor de agua no son capaces de capturar energía rebotada desde la superficie de la Tierra y de la propia atmósfera. Un modelo preciso ayudaría a regular racionalmente la temperatura de la atmósfera terrestre de manera conveniente para la humanidad.

Para la vida siempre será peor una glaciación a un calentamiento moderado que la evite, si realmente lo podemos humanamente conseguir.

Cuando decimos que es exagerando, nos referimos a que no existe una correlación comprobada para determinar la relación de las ppm de CO<sub>2</sub>, con la temperatura de la atmósfera en base a los estudios paleoclimáticos, determinándose su efecto sobre la temperatura de la atmósfera a la simple deducción de que esto ocurre, aplicando los principios de la mecánica cuántica, mediante los cuales se valora el mecanismo de captura de energía por el CO<sub>2</sub> en dicha franja del infrarrojo, pero no cómo llegaría a aumentar efectivamente la energía interna la atmósfera en base a esto.

Desde punto de vista de los paleoclimatólogos, al margen de análisis termodinámico, existe un falso enfoque temporal sobre el cambio, es decir de cuándo ocurrirá, o si ya está ocurriendo como siempre. Lo que queremos decir con esto es que estamos cerca del final del presente interglaciar, el Holoceno (que se ha dado en llamar Antropoceno, por la incidencia que se le da a la civilización humana en el mismo, lo cual no deja de ser cierto).

Este interglaciar comenzó hace algo más de 25 mil años, mucho tiempo para un interglaciar de acuerdo a lo estudiado sobre los anteriores más recientes, y toda la civilización humana se ha desarrollado justo en los últimos 12 mil años de este período; habiendo desarrollado capacidad para medir estos fenómenos con bastante precisión solo en los últimos 50 años, con el desarrollo de la exploración espacial.

Estamos anonadados, como le sucede a un niño con juguete nuevo, con esta nueva capacidad de medir todo, y esto

nos ha hecho olvidar lo pasado en los últimos cientos de miles de años en la atmósfera de la Tierra, de los que hemos podido recabar información, y de cómo cíclicamente ocurren cambios en los niveles de temperatura de la atmósfera, sin que exista correspondencia entre las ppm de CO<sub>2</sub> y la temperatura.

De acuerdo a los ciclos del movimiento terrestre nos debería quedar menos de un milenio, o tal vez solo unos pocos cientos de años, antes de entrar en una nueva era glacial.

Los ambientalistas muchas veces no quieren analizar objetivamente esta realidad, tampoco el efecto de la superpoblación humana sobre todo esto, aunque ya algunos comienzan a darse cuenta de esta realidad, incluyendo algunos políticos.

Tal vez el destino incierto, que caracteriza al desarrollo humano, esté obrando para que una glaciación no ocurra en un futuro tan cercano, la cual duraría unos 100 mil años, de llegar a ocurrir, de conformidad a lo que conocemos. Los ciclos que se corresponden con temperaturas similares a las actuales entre los 15 y 20 °C, los llamados interglaciares, han durado solo entre unos 20 a 30 mil años y los ciclos de bajas temperaturas, los glaciales, con temperaturas cercanas a una media de entre 4 y 10 °C por debajo de la media actual, han durado en promedio de 100 a 120 mil años.

Nos inclinamos a pensar que por "casualidad" hemos hecho que la próxima glaciación se postergue, pero al final no podremos forzar el equilibrio térmico que produce estos cambios, pues no tendríamos suficiente combustible para hacerlo de manera indefinida y una glaciación se producirá en el futuro de todas formas, destruyendo buena parte de lo construido hasta ahora por la civilización actual.

Pero también existe la posibilidad de que aún no hallamos llegado al máximo de temperatura de este interglaciar por la vía natural, pues en el último interglaciar la máxima llegó a unos 5 °C más que la media actual, de esto hace unos 120 mil

años (interglaciar llamado Eemiense), bajando luego en unos 20 mil años a 2 °C sobre la media actual y de ahí a una nueva glaciación en unos pocos cientos de años, con temperaturas entre 4 y 5 °C por debajo de la media actual.

Si esta hipótesis es cierta explicaría en parte lo que sucede actualmente, como un fenómeno estrictamente natural, pero estaríamos al borde de una catástrofe real, que no podríamos evitar, por más que nos esforcemos en mitigar los impactos, sobre los que, si podemos actuar, la temperatura media de la atmósfera subiría hasta los 20 °C, antes de caer la próxima glaciación.

Por eso la temperatura media de la atmósfera en el interglaciar actual parecería estar por debajo de la temperatura del anterior y tampoco ha ocurrido un aumento del nivel del mar como sucedió en el interglaciar Eemiense. (Ver gráfica 15.)

El nivel del mar subió entonces, unos 6 m sobre el nivel medio del mar actual, no sólo por el tema del deshielo, sino por la dilatación volumétrica del agua debido a ese aumento de temperatura del océano, pues en ese interglaciar la temperatura media llegó a algo más 20 °C. Cuando ocurrió esto, la humanidad era una especie más de las que sobrevivía en el planeta, sin ningún grado de desarrollo civilizado y eso ocurrió como quiera. Sin embargo, la humanidad sobrevivió como especie.

Por otro lado, la Tierra en su interior ha continuado "enfriándose" y lo seguirá haciendo. Fenómenos como el Niño y la Niña, dependen de ese enfriamiento una parte del cual ocurre por ablación (transferencia de calor por desprendimiento de masa) y parecen no depender del calentamiento o enfriamiento de la atmósfera, sino todo lo contrario, ellos parecen influir en la misma de manera muy significativa, desde los tiempos del esplendor de las civilizaciones Maya e Inca, siendo un Niño prolongado lo que dio al traste con la civilización Maya, años antes de la llegada de los españoles a las tierras donde se asentó dicha civilización. Debemos estudiar estos fenómenos con más detenimiento.

---

## CONCLUSIÓN

Se colige de todo lo anterior que la naturaleza nunca se ha mantenido sin cambios, por eso no existen razones para pensar que se deba mantener estática ahora por que así nos favorezca a nosotros.

La naturaleza cambia continuamente y no lo hace en función de si le conviene o no a la humanidad. Si la especie humana también se considera fruto de ese cambio constante, la evolución de las especies, como especie deberá evolucionar en algún momento que no podemos precisar, cambiando nueva vez y dando paso a una nueva especie, sin proponérselo, como sucedió en el pasado, pues la evolución no se detendrá en nosotros; en consecuencia, lo que si podemos afirmar con seguridad es que **lo único cierto del futuro es el cambio.**

---

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ashrae Handbook, Fundamentos, 2013.
2. Publicaciones sobre nuevos refrigerantes, varias de la WWW del 2014-16.
3. Publicaciones del departamento de ingeniería energética y mecánica de fluidos, Universidad de Sevilla, España, 2014.
4. Tablas termodinámicas: Método y procedimientos. José Luis Moreno, Editora Taller, Sto. Dgo. 1997.
5. Fundación Argentina de Ecología Científica. Ecología: Mitos y fraudes, (www.mitos y fraudes.org -1997-2015).
6. Portal de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, (www.un.org/es/climatechange).
7. El Futuro Profundo de Curt Stager, primera edición, Editorial Crítica, 2012.
8. Varios modelos sobre Cambio climático como:
  - PSU/NCAR Mesoscale Model version (MM5), (www.mmm.ucar.edu/mm5).
  - ICTP Regional Climate Model (RegCM).
  - Weather Research and Forecasting Model (WRF), (www.wrf\_model.org).
  - Workstation Eta model, (www.emc.ncep.noaa.gov/mmb/wrkstn\_eta).
  - Brazilian Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS).
  - Regional Ocean Modeling System (ROMS), (www.myroms.org).
  - Princeton Ocean Model (POM), (www.aos.princeton.edu).

### SOBRE EL AUTOR:

Es profesor titular de la cátedra de termodinámica. Escuela de IEM, FIA, UASD.

Correo: morenosanjuan@gmail.com



Ilustración: Wilson Morfe

---

## RETOS AMBIENTALES DE REPÚBLICA DOMINICANA Y LA HUMANIDAD

Por: Ing. Roberto Sánchez Percinal

**L**os seres humanos percibimos la vida en el planeta como algo in-conmovible, como una realidad permanente que difícilmente puede variar. Pero en verdad, la vida en el planeta es una condición frágil, amenazada, vulnerable a múltiples situaciones naturales e, incluso, vulnerable a la propia acción de los seres humanos. La evidencia científica así lo atestigua.

---

## PREÁMBULO

El presente artículo nace de una conferencia que con el mismo tema el autor desarrolló en la Delegación de la Provincia de Santo Domingo del Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores (CODIA). Resume un conjunto de reflexiones relativas a la problemática ambiental mundial y nacional y su íntima relación con el sistema económico y los modelos de producción y distribución de bienes y servicios prevalecientes a nivel global.

Se apoya en datos globales sobre el deterioro ambiental, basándose principalmente en la destrucción de bosques y el cambio climático. Luego confronta la situación con algunas críticas históricas al capitalismo, como sistema

sustancialmente degradador de los recursos naturales y alterador de las condiciones climáticas planetarias, además de sistema sustentado y sustentador de desigualdades y pobreza. Se incluye también un análisis somero de la situación ambiental de República Dominicana, basado en la evolución de la cobertura de la tierra, degradación de suelo, biodiversidad, acceso a agua y otros indicadores ambientales.

Finalmente, comenta el modelo económico predominante en el país, para terminar sugiriendo lineamientos muy generales que deberían regular la relación de los principales sectores de la economía con el medio ambiente, desde una perspectiva de sostenibilidad ambiental e igualdad social.

---

## LA FRAGILIDAD DE LA VIDA EN EL PLANETA

Las reflexiones que comparto en este breve análisis se orientan a los retos ambientales que enfrenta la humanidad, como retos a la continuidad de la vida.

La vida en el planeta es una condición frágil, amenazada, vulnerable a múltiples situaciones naturales e, incluso, vulnerable a la propia acción de los seres humanos. La evidencia científica así lo atestigua.

En primer lugar, aún no se conocen otros planetas o cuerpos celestes donde exista la vida, aunque científicamente se presume que pueda existir en otros lugares del universo, quizás en formas similares o muy distintas a las formas de vida que conocemos.

En segundo lugar, la vida apareció en el planeta unos 800 millones de años después de su formación, y fue evolucionando de una manera lenta, durante un largo período de tiempo cubriendo más de 3,800 millones de años. En tercer lugar, se registran en el proceso

evolutivo, extinciones masivas que desaparecieron de la

faz de la tierra millones de especies, algunas de las cuales habían prosperado por millones de años.

Los científicos estiman que en los últimos 600 millones de años se han producido unas cinco extinciones masivas y que cerca del 99.9 % de las especies que han existido en el planeta se extinguieron en esos sucesivos eventos catastróficos.

Una parte de la comunidad científica considera que se ha iniciado una sexta extinción masiva por la acción de los humanos que destruye los hábitats silvestres y altera las condiciones climáticas globales.

En cuarto y último lugar, el espacio que alberga la vida en el planeta, al que llamamos biosfera, solo ocupa los

*La vida en el planeta es una condición frágil, amenazada, vulnerable a múltiples situaciones naturales e, incluso, vulnerable a la propia acción de los seres humanos. La evidencia científica así lo atestigua.*

primeros 8 kms de la atmósfera y la profundidad de los océanos hasta algunos metros por debajo de la superficie del suelo. Esto es apenas unos 16 kms de un espesor dentro de un globo terrestre de 12,742 km de diámetros.

Esto quiere decir que tan solo el 0.13 % del espesor de la tierra contiene los ecosistemas y todas las formas de vida, sin considerar la parte gaseosa del planeta o atmósfera.

Después de 4,600 millones de años de su origen y de más de 3,800 millones de evolución de la vida en el planeta, se estima que en la actualidad se han registrado aproximadamente 1.3 millones de especies, y que deben existir entre 5 y 10 millones de especies (8.7 millones. BBC mundo, 2011).

Algunos consideran que entre las existentes y las extintas, en el planeta han existido cerca de 100 millones de especies.

La llegada del siglo XXI encuentra a la humanidad sumida en profundas desigualdades, sin haber podido mejorar el panorama de pobreza que predomina en una alta proporción de la población mundial, y ante los augurios más trágicos sobre las condiciones ambientales y la dotación de recursos que hacen posible la vida en el planeta.

Tras de dos siglos de capitalismo este ha demostrado su incapacidad para acabar con la pobreza y con la desigualdad. Para el año 2015 se estimó que la proporción de pobres era el 26.2 % de la población mundial, (Banco Mundial, 2018).

Es decir, más de 1,900 millones de personas sobrevivían con menos de 3.20 dólares al día, que fue la referencia para considerar a una persona pobre en los países de ingreso mediano bajo, en tanto que cerca del 46 % vivía con menos de 5.50 dólares al día que fue el parámetro para los países de ingreso mediano alto, equivalente a 3,358 millones de personas, según la población estimada para ese año.

En pobreza extrema, que sobreviven con menos de 1.90 dólares al día, para el 2015 se estimó que un 10% de la

población de entonces sufría de esta condición, lo que era igual a unos 730 millones de personas. Junto a las enormes desigualdades, cifras alarmantes de la degradación de los recursos naturales y el ambiente completan un panorama sombrío.

La FAO (2015) estima que entre el año 1990 y el 2015 se deforestó el 3.1% de la superficie mundial, lo que equivale a 129 millones de hectáreas de bosques deforestados en 25 años.

Esa cantidad representa 1 millón 290 mil km<sup>2</sup> deforestados en 25 años, o lo que es lo mismo, 56 mil 600 km<sup>2</sup> por año, superficie esta última superior a la que ocupa República Dominicana.

Esa cantidad representa también 4 mil 300 km<sup>2</sup> deforestados por mes, es decir, 143.33 km<sup>2</sup> deforestados por día en el planeta. Iguales números negativos se registran en cuanto a la extinción de especies y pérdida o amenazas de la biodiversidad, la degradación de tierras y avance de la desertificación y la sequía.

El cambio climático es una realidad que amenaza con la elevación media del mar, ha iniciado el deshielo de casquetes polares y glaciares y alterado las condiciones de la vida en el planeta.

Según la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés), el 2015 fue el año más caliente

de la historia y registró en promedio 1.2 grados por encima de los niveles de temperatura globales registradas antes de la era industrial.

El secretario general de la Organización Meteorológica Mundial (Estudio presentado en Marruecos, 2016) aseguró que las temperaturas más alta que vimos en el 2015 serán superadas en el 2016, y el mes de Julio del 2017 se ha considerado como el más caliente en 137 años de registro.

El Informe Anual del 2016 del Banco Mundial estima que 100 millones de personas más podrían caer por debajo de la línea de pobreza por efecto del cambio climático, considerando que la temperatura del planeta en el 2015 fue de 0.9 oC, por encima del promedio del siglo XX, lo que la pone a "la mitad del camino" del umbral de 2 oC de incremento, que según los especialistas daría lugar a graves impactos.

Recientemente finalizó en Bonn la celebración de la 23 Conferencia de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (COP 23), ratificando los compromisos del Acuerdo de París del 2015 que definen los objetivos de desarrollo sostenible, sin embargo, la sombra del retiro de los Estados Unidos, el país más contaminante del planeta, cubrió como una nube de mal augurio la sesión.

---

## CAPITALISMO Y MEDIO AMBIENTE

Así como el capitalismo rompe el estrecho vínculo entre el ser humano y el trabajo, relación que ha sido fundamental en el proceso evolutivo de la especie humana, y convierte a este último, es decir el trabajo, en mercancía, generando la enajenación del trabajador con el producto de su trabajo y con

la producción misma, el capitalismo también ha roto la íntima relación entre el ser humano y la naturaleza, y ese rompimiento ha generado en el humano moderno una percepción de la naturaleza de total desvinculación, donde ella es percibida como un obstáculo al desarrollo, o como simple

suministradora de medios de vida y de medios de producción. En su obra El Capital, Carlos Marx señala que la naturaleza es, junto al trabajo, punto de partida de la producción de valores de uso. Lo que William Petty (1623-1687) resumió en la frase: "el trabajo es el padre de la riqueza, y la tierra (naturaleza, RS) es la madre".

También en Los Manuscritos de 1844, Marx establece que el ser humano ha sido enajenado del trabajo, del producto de su trabajo, de la producción misma y de la naturaleza. James O'Connor (2001), considera la relación con la naturaleza como la segunda contradicción del capital. Como respuesta a la crisis ecológica causada por el capitalismo, surge un movimiento político que pretende reformular la visión

tradicional del socialismo. Michael Löwy y Joel Kovel lanzaron un Manifiesto Ecosocialista en donde plasman algunas ideas para un programa de acción política. Barry Commoner (1917-2012), biólogo norteamericano de izquierda, antifascista y uno de los pioneros del ecosocialismo, también hizo aportes a este pensamiento que plantea una visión que conjuga el bienestar social con principios ecológicos.

---

## LA REALIDAD NATURAL EN LA REPÚBLICA DOMINICANA DEL SIGLO XXI

En nuestro país, en términos generales las condiciones ambientales y de los recursos naturales mantienen una tendencia negativa que afecta la cantidad y calidad de los recursos naturales y las condiciones ambientales.

Pérdida de la biodiversidad, degradación de tierras, reducción de la capacidad de retención del agua de lluvia, déficit en el suministro de agua y otros servicios y el deterioro de la calidad ambiental, caracterizan la realidad natural y ambiental de República Dominicana.

La comparación del uso actual del suelo contra el uso potencial o capacidad de uso revela que el 31.52 % de los suelos, es decir, 15,314 km<sup>2</sup>, están siendo utilizados por encima de su capacidad productiva, generando procesos de erosión y otras formas de degradación y, en algunos casos, de desertificación.

Esta situación expone a los suelos a procesos de erosión y de degradación que reduce su capacidad productiva, aumenta las amenazas de derrumbes y deslaves que afectan la vida, la salud, los ecosistemas naturales y las actividades e infraestructuras productivas.

Otra grave tendencia que ha prevalecido es la utilización de grandes extensiones de tierras de vocación agrícola para el desarrollo de infraestructuras, como es

el caso del aeropuerto del Cibao, entre muchos otros, reduciendo la superficie disponible para la producción de alimentos y productos agropecuarios.

Si bien los datos oficiales hablan de un aumento de la cobertura boscosa en los últimos 20 años, la realidad vista a largo plazo no es para nada alentadora.

En 104 años (1908-2012) habríamos perdido el 41 % de la superficie de bosques del país, lo que equivale a 19,861.22 km<sup>2</sup>, si comparamos los estudios de Woodward (1908) y el del Ministerio de Medio Ambiente en el 2012.

Dicho de otra forma, en ese período de 104 años perdimos 183.90 km<sup>2</sup> de bosques cada año, equivalentes a 15.33 km<sup>2</sup> (1533 hectáreas) cada mes, o lo que es lo mismo, 51 hectáreas que equivalen a 810 tareas diarias de bosques deforestados.

En lo referente al agua, los estudios revelan que la relación demanda/disponibilidad de agua es crítica en 40 % del territorio nacional, sobre todo las provincias del suroeste y el noroeste, y presenta indicadores preocupantes en el resto del país.

Que cerca del 44% de los hogares pobres no tienen acceso a agua y que solo el 49% de las aguas es tratada antes de ser

devuelta al medio ambiente. La falta de acceso a agua potable y saneamiento tienen un impacto directo sobre las condiciones de pobreza, haciendo a esta más intensa y dramática.

República Dominicana es una de las de mayor diversidad biológica del Caribe, y el Caribe es considerado una de las regiones más biodiversas del planeta. Pero esta riqueza en biodiversidad está amenazada por la destrucción de hábitats para la agricultura, ganadería, hotelería, urbanización y minería.

Los indicadores de calidad ambiental, según el Censo Nacional de Población y Viviendas (2002) y de la SESPAS/OPS (2001), nos dicen que el servicio de recogida de basura es deficiente y solo un 2% se recicla. Más del 92% de los centros urbanos no disponen de sistemas de alcantarillados.

Según esa fuente, para el año que se indica, más del 90 % de las industrias descargan sus aguas residuales a cursos de agua superficial y subterráneas, sin tratamiento previo.

---

## RELACIÓN MODELO ECONÓMICO Y MEDIO AMBIENTE EN R. D.

Para comprender el proceso de deterioro y degradación de los recursos naturales y el ambiente en el país hay que relacionarlo con los modelos que se han sustituido a lo largo de la historia en nuestro territorio.

A la explotación de oro aluvial en los primeros años de la colonia le siguió la destrucción de los bosques y pastizales de los llanos costeros para establecer ingenios azucareros, luego se sumó a estos la ganadería en hatos de gran extensión territorial.

A mediados del siglo XIX prospera la agricultura tabaquera en el Cibao y la explotación maderera en el sur, y luego viene la época de la gran explotación azucarera que terminó por ocupar la mayor parte de las tierras de los llanos costeros y valles, mientras seguía la explotación indiscriminada de bosques y los sectores más empobrecidos incursionaban en las montañas y áreas silvestres para implementar la agricultura de tumba, quema y abandono.

Todos estos modelos crecieron a expensas de grandes extensiones de bosques y de recursos naturales. Desde el año 1984, y con más énfasis a partir del 1996, se aceleró la aplicación de las políticas neoliberales trazadas por las potencias mundiales, incluso a niveles superiores que en muchos países de América Latina.

A pesar de su fracaso social y ambiental, esta política sigue siendo prevaleciente y adopta nuevas formas, una de ellas es la enajenación del territorio y los recursos naturales a favor de capitales internacionales y en algunos casos con socios locales para el establecimiento de complejos turísticos y explotaciones mineras, así como la privatización de los servicios como se pretende en salud y agua potable.

La caída de la producción ha llevado al país a un endeudamiento constante para cubrir sus gastos inflados y crecientes, y la demanda de divisas que exige la dependencia de las importaciones.

A tan elevado endeudamiento, se procura obtener recursos frescos entregando en concesiones mineras y enclaves turísticos, parte importante del territorio nacional y del patrimonio natural, precisamente el territorio que aún conserva parte de la biodiversidad, el que cubre las zonas de montañas, el que permite mayor captación de agua y alimenta los ríos, arroyos y cañadas.

El territorio que es en la actualidad el más estratégico patrimonio para la sobrevivencia del país y de sus habitantes.

Junto a la privatización y enajenación territorial, crece la tendencia a privatizar la explotación de las aguas y del servicio de agua potable.

Proyectos concretos existen con ese fin para el Este del país en componenda con los empresarios turísticos de la zona, y también está presente ese propósito en los proyectos de leyes de agua que cursan en el congreso nacional.

---

## POR UNA NUEVA RELACIÓN ENTRE MEDIO AMBIENTE Y LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Urge como línea general de la nación una estrategia de desarrollo nacional que tenga como objetivos centrales elevar la producción y alcanzar el bienestar social y la sustentabilidad ambiental.

Es necesario relanzar la producción agropecuaria teniendo como norte la soberanía alimentaria. Los habitantes rurales, sin tierras ni oportunidades, se han visto empujados a sobrevivir de la producción precaria en suelos marginales y de montañas.

Hay que incorporar a la producción toda tierra con vocación productiva rescatando de la ociosidad o la subutilización las tierras con vocación agrícola en un nuevo concepto de reforma agraria moderno.

En el caso de los pequeños productores de montaña incentivar modelos agroforestales y cultivos permanentes en los suelos ya intervenidos y que soporten estos usos, al tiempo de conservar la cobertura boscosa donde aún quede remanentes de esta y en las cuencas

altas, y preservar las áreas naturales protegidas que garantizan agua, biodiversidad, suelos y otros servicios ambientales.

Cambiar la matriz energética priorizando las fuentes de energía alternativas, reduciendo la dependencia de hidrocarburos, carbón mineral y madera, y aumentar la energía de origen hidráulico, eólico, orgánica y solar. Al tiempo de estimular políticas de reducción del consumo y el uso eficiente.

Aplicar el contenido del Artículo 27, línea de acción 4.3.1.4. que propone: Fomentar la descarbonización de la economía nacional lo que implica reducir el uso de combustibles fósiles, incluidos los hidrocarburos y sus derivados y el carbón mineral.

La minería es en la actualidad la mayor amenaza contra los bosques de montañas, contra la biodiversidad, contra la capacidad de captación y almacenamiento natural de agua y contra la estabilidad del caudal regular de los ríos y otras corrientes de agua.

Además la minería es la fuente principal de contaminantes y de destrucción irreversible de extensos territorios.

Esta actividad es aún más amenazante por cuanto ha quedado evidenciado que el gobierno ha puesto su interés en la entrega de grandes territorios en forma de concesiones mineras a cambio de dinero fresco para financiar el déficit, la colosal deuda externa y el agigantado gasto público no reproductivo. Se plantea la necesidad de revisar todas

las concesiones mineras y establecer un modelo de aprovechamiento minero solo en aquellos lugares donde no se ponen en riesgo recursos naturales estratégicos como el agua, y priorizando proyectos nacionales en alianzas público-privadas, y en todo caso en condiciones de ventajas máximas para el país.

El turismo presenta una alternativa complementaria junto al rescate de la producción nacional.

Pero hasta el momento las construcciones hoteleras se han apropiado de casi todas las playas del país y se han desarrollado en detrimento de importantes ecosistemas costeros.

Este debe ser orientado hacia un turismo cada vez más sostenible, mas diversificado y que deje mayores aportes al bienestar general de las poblaciones cercanas. Los asentamientos humanos y el desarrollo de infraestructuras se ha ejecutado violentando leyes y normas ambientales y sin tomar en cuenta consideraciones de gestión de riesgo.

La alta concentración en asentamientos precarios urbanos y periurbanos, además del hacinamiento social provoca el deterioro de la calidad ambiental y con ambos la pérdida de la calidad de vida y la dignidad humana.

Es necesario defender cada árbol que nos queda, cada gota de lluvia que cae, que se infiltra en el suelo y que alimenta los ríos, arroyos, cañadas y acuíferos; defender cada especie silvestre.

Que cada uno de estos recursos que se entregue sea a cambio de un incremento seguro del bienestar de las mayorías, en especial de los excluidos y además sin afectar las condiciones naturales que den continuidad a los procesos ecológicos, que es decir, dar continuidad a la vida.

#### SOBRE EL AUTOR:

Es ingeniero Agrónomo. MSc gestión de recursos naturales. Profesor universitario. Expresidente del CODIA.

Correo: robertosanche66@hotmail.com

## BIBLIOGRAFÍA

1. Conocimiento fundamentales de biología. Universidad Autónoma de Mexico (UNAM), ([www.conocimientosfundamentales.unam.mx](http://www.conocimientosfundamentales.unam.mx)).
2. Las 5 extinciones en masa; Causas, especies extintas y en peligro de extinción, ([bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com](http://bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com))
3. Alejandra Martins, BBC Mundo 2011: Calcular en 8.7 millones el numero de especies en el planeta.
4. Banco Mundial 2015: Artículo 8 de noviembre 2015. ([www.bancomundial.org/es/news](http://www.bancomundial.org/es/news))
5. Banco Mundial 2018: Casi la mitad de la población mundial vive con menos de USD 5.50 al día. Comunicado de prensa, 17 de octubre 2018.
6. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimenación (FAO) 2016: Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Roma, Italia. 2da. Edición.
7. Marx, Karl. Manuscritos de 1844. PDF en internet.
8. O`connor, James. 2001. Causas Naturales: Ensayos de Marxismo ecológico. Mexico D.F. Editorial Siglo XXI. Primera Edición en Español.
9. Joel Kovel y Michael Lowy Löwy, 2002. Manifiesto ecosocialista. Publicado en Capitalism Nature Socialism vol. 13 (1) marzo 2002
10. Medio Ambiente en Cifras. 2012-2016. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. República Dominicana
11. Censo Nacional de Población. 2002. Oficina Nacional de Estadísticas. República Dominicana.
12. Gobierno Dominicano. Ley 1-12 que Establece la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030. 2012. República Dominicana.
13. Woodward, Karl. 1908. Archivo de Santiago. República Dominicana.
14. Ministerio de Medio Ambiente. 2010. Uso y Cobertura de la Tierra en República Dominicana. Medio Ambiente en Cifras 2012-2016.



Ilustración: Wilson Morfe

## LEYES DE LAS INGENIERÍAS Y SU INFLUENCIA EN EL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN DE RIESGO

Por: Ing. José Espinosa Félix

**E**l riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta, que, de producirse, tiene un efecto negativo o positivo en uno o más de los objetivos del proyecto, en el alcance, el costo y la calidad. Un riesgo puede tener una o más causas y, de materializarse, uno o más impactos.

---

## PREÁMBULO

Los plásticos han sido considerados modernos hace aproximadamente unos 100 años, en comparación con los materiales tradicionales como madera, piedra, metal, vidrio y papel. En las últimas décadas, los plásticos han sido los facilitadores de numerosos avances tecnológicos que permiten nuevas soluciones de diseño, mejoras de rendimiento y ahorro de costes.

Ante la disminución de los recursos naturales no renovables y una población en crecimiento, si este material increíble no existiera hoy, tendríamos que inventarlo para poder satisfacer las necesidades de la sociedad.

Gracias a los plásticos, podemos afirmar que la única limitación para los diseñadores de hoy en día es su imaginación.

---

## GESTIÓN DE RIESGO

Según el PMBOK, la gestión de riesgo incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de las respuestas y control de los riesgos. Los objetivos de la gestión de riesgos consisten en aumentar la posibilidad de impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad e impacto de los eventos negativos en el proyecto".

El riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta, que, de producirse, tiene un efecto negativo o positivo en uno o más de los objetivos del proyecto, en el alcance, el costo y la calidad. Un riesgo puede tener una o más causas y, de materializarse, uno o más impactos.

Uno de los procesos de gestión de los riesgos es "planificar las respuestas de los riesgos", donde se analizan las posibilidades de realizar procesos para desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

Es importante y necesario la identificación de los riesgos para poder tomar las acciones necesarias, de tal manera que no impacten con toda la fuerza sobre los proyectos.

Hay diferentes tipos de riesgos que se analizan de manera independiente. Para este caso, los riesgos de gestión y técnico tienen que ver con la influencia

de las leyes de las ingenierías en el fortalecimiento de la gestión del riesgo. Dentro de ellas, realizar un estudio de prefactibilidad bien ponderado, realizar un buen diseño y obtener los volúmenes ajustados a la realidad de los proyectos, y con ello lograr una estimación de costo bien precisa, una buena supervisión, la estabilidad del personal técnico especializado y el cumplimiento de las especificaciones técnicas, con ello un buen control de los mismos.

---

### ESTRATEGIAS PARA RIESGOS

Se establecen estrategias para los riesgos, tanto negativos, como positivos, dentro de ellas:

**Evitar.** Evitar el riesgo es una respuesta a los riesgos, según el cual se actúa para eliminar la amenaza o para proteger el proyecto de su impacto.

**Transferir.** Es transferir el impacto negativo del posible riesgo hacia un tercero. Trasladar el riesgo, no significa eliminar, solo confiere a una tercera parte la responsabilidad del impacto.

**Mitigar.** Es una estrategia de respuesta a los riesgos, según la cual se actúa para

*"Los objetivos de la gestión de riesgos consisten en aumentar la posibilidad de impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad e impacto de los eventos negativos en el proyecto".*

reducir la probabilidad de ocurrencia o impacto de un riesgo. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de un riesgo. Es más eficaz tratar de reparar el daño después de ocurrido el riesgo.

**Aceptar.** Esta estrategia indica que debemos hacer frente a los riesgos, debido a que el equipo del proyecto no ha podido identificar alguna estrategia adecuada frente a un posible riesgo.

Las obras de ingeniería están sometidas a un sin número de riesgos, que van desde su concepción y diseño hasta su vida útil. En ese interregno, los riesgos acechan durante el proceso constructivo, aun cuando se ha terminado la construcción.

Nos encontramos con riesgos legales, económicos, técnicos, ambientales, desastres naturales, riesgos de presupuesto y muchos otros.

## LEYES DE LAS INGENIERÍAS

La ley base de las carreras de las ingenierías, arquitectura y agrimensura en República Dominicana es la ley 6160, porque es la que da base a la creación del CODIA, promulgada el 11 de enero de 1963, el cual se llamaba Colegio Dominicano de Ingenieros y Arquitectos;

Un mes después se modifica mediante la ley 6201 para incluir a los agrimensores, pasando a la actual denominación, que es Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores (CODIA).

Otra de las leyes fundamentales es la ley 6200, siendo esta la ley del ejercicio profesional. De la misma manera hay otras leyes que influyen en la gestión de riesgo, como las que están organizadas en el cuadro No. 1, que sirven para reglamentar y formalizar los proyectos, asegurar la calidad y darles seguimiento a las construcciones.

| LEYES MÁS IMPORTANTES DE LAS INGENIERÍAS                                                    | FUNCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LEY 6160 del 11 de enero de 1963 y su modificación Ley 6201 del 22 de febrero del 1963      | Crea el Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores (CODIA)                                                                                                                                                                                |
| Ley NO. 111 de fecha 3 de noviembre de 1942                                                 | <b>SOBRE EXEQUATUR DE PROFESIONALES</b><br>Art. 1.- Es necesario el exequátur otorgado por el Poder Ejecutivo para el ejercicio en el país de todas las profesiones que exijan título universitario nacional o extranjero debidamente revalidado.           |
| LEY 6200, del 22 de febrero de 1963                                                         | <b>Ley que rige el ejercicio de las Ingenierías, la Arquitectura, la Agrimensura y ramas afines.</b><br>Establece sanciones para los que violen la ley y sus disposiciones. as Ingenierías, la Arquitectura, la Agrimensura y ramas afines.                 |
| Ley 687 del 27 de julio del 1982                                                            | <b>Crea un sistema de reglamentación de la Ingeniería, la Arquitectura, la Agrimensura y ramas afines.</b><br>Sanciona el no cumplimiento de las disposiciones, entre ellas: Licencia, control y vigilancia del proyecto de parte del director o encargado. |
| Ley 340-06 del 18 de agosto del 2006 y su modificación LEY 449, del 6 de diciembre del 2006 | <b>Sobre la contratación de bienes, servicios, obras y concesiones.</b><br>"Establece principios y normas generales que rigen la contratación pública, relacionada con los bienes, obras, servicios y concesiones del Estado".                              |
| LEY NO.675, 14 de agosto de 1944                                                            | <b>"LEY SOBRE URBANIZACIONES Y ORNATO PÚBLICO".</b><br>Tiene que ver sobre el uso de suelo, destino de la construcción, densidad, etc.                                                                                                                      |
| LEY 322, del 15 de junio de 1981                                                            | <b>Sobre firmas foráneas.</b><br>Establece la relación contractual de las compañías extranjeras con una dominicana, para poder realizar proyectos en República Dominicana.                                                                                  |
| LEY 6400, del 18 de agosto del 2000                                                         | Ley general de Medio Ambiente y Recursos naturales                                                                                                                                                                                                          |
| La Ley 108-05 de Registro Inmobiliario, del 23 de marzo de 2005,                            | Que regula el saneamiento y el registro de todos los derechos reales inmobiliarios de los inmuebles que conforman el territorio de la República Dominicana.                                                                                                 |
| Ley 166-12                                                                                  | Que crea el sistema dominicano para la calidad SIDOCAL.                                                                                                                                                                                                     |

Tabla No. 1. Leyes importantes de las ingenierías, la Arquitectura y la Agrimensura.

## RIESGOS, ESTRATEGIAS Y CATEGORÍAS

Hemos realizado un análisis cualitativo de algunos escenarios que tienen que ver con las leyes de las ingenierías, que bien pueden incidir en el fortalecimiento de la gestión de riesgo, pero concentrado básicamente en las infraestructuras de edificaciones y viales.

En la tabla No. 2 identificamos posibles riesgos que pudieran producirse por la falta de atención y seguimiento a las leyes mencionadas, así como a la responsabilidad de las instituciones contratantes de los profesionales o directores de proyectos.

Se describe el posible riesgo, el evento que pudo haberlo provocado, el impacto producido y las estrategias y acciones preventivas en base a las leyes mencionadas.

Como son situaciones genéricas, las probabilidades, impactos y la categoría del riesgo dependerán de muchas variables que deberían estudiarse a profundidad en cada caso particular; por tanto, los valores presentados en la tabla son solo ejemplos que bien pudieran variar según el caso.

Estos solo son parte de tantos riesgos a que pueden estar sometidos los proyectos de ingenierías, algunos producto de la falta de atención y control de parte de los actores principales, de aquellos que tienen que ver con la concepción del proyecto, incluyendo el aspecto político-social y la inmediatez de la que están rodeados muchos proyectos.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS E IMPACTO EN EDIFICACIONES

| Código | Descripción de riesgo                                            | Evento                                                                                                                                                                           | Impacto                                                                                                                    | Estrategias y acciones preventivas                                                                         | Probabilidad | Impacto | Rango | Categoría del riesgo |
|--------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|-------|----------------------|
| RE-1   | Arrabalización y densidad descontrolada                          | No aprobación uso de suelo.<br>Limitaciones de la zona.<br>Falta ley Ordenamiento Territorial                                                                                    | Arrabalización de la zona.<br>Taponamiento del tránsito. Servicios deficientes                                             | -Evitar. Mitigar:<br>-Más control y aplicación de la ley 675-44.<br>-Falta ley de Ordenamiento Territorial | 0.6          | 0.6     | 0.36  | Alto                 |
| RE-2   | Construcciones vulnerables ante sismos y otros eventos naturales | No tramitación de Proyectos (densidad, estudio de suelos, y aprobación de planos).<br>Cálculos estructurales deficientes, falta de profesional calificado, falta de supervisión. | Derrumbe edificación y otros daños colaterales.<br>Grietas, Hundimientos, rotura, colapso de la edificación.               | -Evitar. Mitigar:<br>-Aplicación ley 687-82<br>-Ley 6200<br>-Ley 340-06                                    | 0.4          | 0.7     | 0.28  | Alto                 |
| RE-3   | Aumento del presupuesto                                          | Falta de estudio detallado(levantamiento topográfico, estudio de suelo, profesionales calificados general análisis y presupuesto                                                 | Dificultad de terminar proyecto a tiempo por falta de recursos.<br>Imagen negativa del proyecto y sus actores principales. | -Ley 340-06.<br>-Ley 6200                                                                                  | 0.3          | 0.4     | 0.12  | Media                |

Tabla No. 2A. Posibles riesgos en edificaciones.

| Código | Descripción de riesgo                                            | Evento                                                                                                                                                        | Impacto                                                                                       | Estrategias y acciones preventivas                                         | Probabilidad | Impacto | Rango | Categoría del riesgo |
|--------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|-------|----------------------|
| RE-4   | Construcciones vulnerables ante sismos y otros eventos naturales | Materiales de poca calidad. Falta de profesional calificado. Falta de supervisión.                                                                            | Muerte de personas. Incremento de pobreza. Aumento del déficit habitacional. Pérdida del bien | -Evitar. Mitigar<br>-Ley 687-82<br>-Ley 6200<br>-Ley 675-44<br>-Ley 340-06 | 0.4          | 0.6     | 0.24  | Alto                 |
| RE-5   | Derrumbe y deslizamiento de viviendas                            | Construcciones y asentamientos humanos sin control. Falta de profesional calificado.                                                                          | Muerte de personas. Incremento de pobreza. Pérdida del bien. Aumento del déficit habitacional | -Evitar. Mitigar<br>-Ley 675-44<br>-Ley 687-82<br>-Ley 6200                | 0.4          | 0.7     | 0.28  | Alto                 |
| RE-6   | Grietas. Hundimientos. Deformación                               | No licencia, estudio de suelos, Cálculos estructurales deficientes. Hormigón. Materiales poca calidad. Falta de profesional calificado. Falta de supervisión. | Pérdida del bien inmueble. Alto costo de recuperación                                         | -Evitar. Mitigar<br>-Ley 675-44<br>-Ley 687-82<br>-Ley 6200                | 0.3          | 0.5     | 0.15  | Medio                |

**Tabla No. 2B.** Posibles riesgos en edificaciones.

Las infraestructuras pueden construirse de manera segura, cumpliendo con todas las normativas vigentes: Diseño, uso de suelo, cálculos estructurales, licencia, construcción apegado a los procedimientos constructivos según el proyecto y una efectiva supervisión, planificando muy bien cada etapa. De esa manera se puede asegurar la calidad.

Evidentemente que aparecen unas series de variables que siempre pueden amenazar la calidad y la buena consecución de las obras, por lo que es necesario un seguimiento basado en la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), donde los directores de proyectos juegan un papel determinante.

En ese orden, es posible que disminuyan los impactos y los riesgos de eventos externos como fenómenos atmosféricos: vaguadas, tormentas tropicales, ciclones y otros eventos naturales a que están sometidos algunos países; como es el caso de terremotos y con ello a una alta vulnerabilidad, por ser parte geográficamente de las incidencias y fricciones de las placas tectónicas y las diferentes fallas de la masa terrestre, que están interactuando de manera permanente y que pueden provocar cualquier movimiento telúrico.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS E IMPACTO EN OBRAS VIALES

| Código | Descripción de riesgo                | Evento                                                                                                                                                                                                                     | Impacto                                                                                                    | Estrategias y acciones preventivas                          | Probabilidad | Impacto | Rango | Categoría del riesgo |
|--------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|---------|-------|----------------------|
| RV-1   | Carreteras agrietadas                | Materiales de poca calidad.<br>Falta de estudio de suelo.<br>Diseño de pavimento deficiente (Poco espesor, calidad del asfalto).<br>Falta de compactación.<br>Falta de un profesional calificado.<br>Falta de supervisión. | Dificultad en el tránsito.<br>Accidentes.<br><br>Pérdida de vida.<br>Alto costo en recuperación de la vía. | -Evitar. Mitigar<br>-Ley 687-82<br>-Ley 6200<br>-Ley 340-06 | 0.4          | 0.5     | 0.20  | Alto                 |
| RV-2   | Derrumbe y deslizamientos de taludes | Taludes muy verticales y no protección. Falta de mantenimiento. No canalización de agua.                                                                                                                                   | Obstrucción del tránsito.<br>Accidentes.<br>Muerte de personas.                                            | -Evitar. Mitigar<br>-Ley 687-82<br>-Ley 6200<br>-Ley 340-06 | 0.4          | 0.5     | 0.20  | Alto                 |

Tabla No. 3A. Posibles riesgos en obras viales.

| Código | Descripción de riesgo                      | Evento                                                                                                                                     | Impacto                                                                                                                    | Estrategias y acciones preventivas      | Probabilidad | Impacto | Rango | Categoría del riesgo |
|--------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|---------|-------|----------------------|
| RV-3   | Colapso de puentes y relleno de transición | Falta de estudio profundo. Localización. Calidad.<br>Falta de mantenimiento del cauce.<br>Falta de profesional y supervisión del proyecto. | Obstrucción del tránsito.<br>Accidentes.<br>Muerte de personas.<br>Alto costo de recuperación.                             | -Ley 340-06<br>-Ley 6200<br>-Ley 687-82 | 0.4          | 0.6     | 0.24  | Alto                 |
| RV-4   | Aumento del presupuesto                    | Falta de estudio detallado (levantamiento topográfico, estudio de suelo, profesionales calificados para general análisis y presupuesto)    | Dificultad de terminar proyecto a tiempo por falta de recursos.<br>Imagen negativa del proyecto y sus actores principales. | -Ley 340-06.<br>-Ley 6200               | 0.6          | 0.6     | 0.36  | Alto                 |

Tabla No. 2B. Posibles riesgos en obras viales



Deslizamiento de carretera. construcción en laderas sin protección.



Construcciones en lugares vulnerables. Riesgo inminente..

---

## LICENCIAS APROBADAS DE PROYECTOS

La cantidad de licencias aprobadas son parámetros importantes para determinar las construcciones regulares, las que ofrecen cierta seguridad, las que por el mero hecho de cumplir con las permisologías podrían presentar menos riesgos, debido a que cumplen con las leyes de las ingenierías y la arquitectura, las cuales fortalecen la gestión de riesgos.

La mayor cantidad de licencias obtenidas fue en el 1997 con 1,842 unidades aprobadas por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), luego comienza a disminuir, siendo el periodo desde 2010 al 2017 donde se aprueban la menor cantidad de licencias, aunque a partir del 2011 comienzan aparecer la cantidad de unidades construidas.

En el 2018 aparece una sorpresa, aumentando casi el doble

de las licencias obtenidas en el 2017; sin embargo, la cantidad de licencias aprobadas es preocupante, comparado con la gran cantidad de viviendas que se construyen cada año. Por ejemplo, entre los años 1993 y 2002 se construyeron 65,134 de bloques o concretos, dentro de ellas 39,731 con techo de hormigón y 43,730 con piso, granito, mosaico, mármol o cerámica; mientras que en el periodo comprendido entre 2002 y 2010 se construyeron 67,978 de bloques o concretos, incluyendo 50,772 con techo de hormigón y 39,300 con piso, granito, mosaico, mármol o cerámica, lo que indica el gran porcentaje de construcciones sometidas a posibles riesgos y por ende, una parte importante podrían considerarse en el rango de vulnerables, por no contar con los permisos correspondientes, ni la participación de un profesional colegiado, al igual que una adecuada supervisión.

---

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Podemos notar que existen leyes de las ingenierías que pueden aportar aún más al fortalecimiento de la gestión de riesgo. Debido a que la ley 6200, del ejercicio de las ingenierías, arquitectura y agrimensura, es una ley que data de 1963 y las sanciones a su violación son muy bajas, lo que sin lugar a duda podría motivar a algunas personas a violarla; se hace necesario modificarla, para ponerla a tono con los tiempos, en procura de reducir las violaciones al ejercicio profesional; ya que personas sin la calidad y preparación correspondientes construyen obras, aumentando el riesgo en las edificaciones y otros proyectos de ingeniería.

Con relación a la ley 687, que crea un Sistema de Reglamentación de las ingenierías, arquitectura y ramas afines, consideramos una gran y poderosa herramienta para someter a sanciones importantes a los violadores de esa norma, y que además cuenta con herramientas de supervisión y control de la calidad; además de tener la autorización de paralizar y demoler cualquier proyecto que no cumpla con las disposiciones contenida en dicha ley.

El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) debe obtener las logísticas y los recursos necesarios para implementar un plan nacional de supervisión y control de edificaciones y darle estricto seguimiento, a fin de evitar o desincentivar aquellas que sean irregulares e ilegales, con

lo que se lograría aminorar los posibles riesgos.

Como ese Ministerio tiene ayudantías en prácticamente todas las provincias, muy bien podría disponer de un personal en cada zona para supervigilar y hacer cumplir con lo establecido en la Ley 687-82.

El CODIA, las alcaldías y el Ministerio de Obras Públicas, en una alianza estratégica, pueden aunar esfuerzos para el cumplimiento de las tres leyes que son propias del desempeño de cada institución.

**Codia.** -Ley 6160 y 6200, del ejercicio profesional

**MOPC.** -Ley 687-82, de la calidad de las obras, control y regulaciones

**Alcaldías.** -Ley 675-44, de normas y control de regulaciones.

Bajo un acuerdo se robustecen estas tres leyes principales, para el Fortalecimiento de la Gestión de Riesgos; en ese sentido, estas tres instituciones trabajarían para el bien de la sociedad de la siguiente manera:

1. Las alcaldías envían al CODIA los proyectos aprobados para uso de suelo, con el nombre y dirección donde van a ser ejecutados.

2. El Ministerio de Obras Públicas envía al CODIA los proyectos con licencia aprobadas o en proceso.
3. El CODIA, toma las informaciones de ambas instituciones y procede a realizar un cruce para verificar qué proyecto obtuvo el uso de suelo, pero no fue enviado al Ministerio de Obras Públicas para obtener el permiso de licencia de construcción; de esa manera se obliga a que la gran mayoría busque regularizarse y enviar sus planos al MOPC.
4. Exigir que se cumpla el Art. 13 de la ley 6200, que dice: "Todos los proyectos, construcciones, instalaciones y trabajos relacionados con las profesiones a que se contrae la presente Ley, deberán realizarse con la participación de los profesionales y técnicos a que a juicio del organismo competente del Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores, y de acuerdo a la naturaleza e importancia del trabajo, sean necesarios en cuanto al número requerido para la ejecución de la obra y de la clasificación que le da su título para la correcta proyección, ejecución, eficiencia y seguridad de las obras".
5. Exigir que se cumpla el Art. 16 de la ley 6200. "Durante el tiempo de ejecución de una construcción, instalación o trabajo es obligatorio para el empresario o profesional la colocación en la obra, en sitio bien visible al público, un cartel que contenga el nombre de la empresa, del profesional o profesionales responsables junto con el número de inscripción de éstos en el Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores de la República Dominicana, a los efectos de los puestos en el artículo anterior".
6. Con relación a las obras viales, eficientizar la supervisión en torno a los proyectos.
7. Realizar la planificación con tiempo de los proyectos a construir, de tal manera que puedan disminuirse los riesgos por impactos provocados por presupuestos constituidos sin el debido estudio.
8. Realizar un Plan de Riesgos en todas las obras viales del país e identificar los posibles riesgos; y de esa manera mitigar cualquier impacto en las mismas, a través de intervenciones puntuales.
9. Realizar un Plan de Riesgos en las edificaciones estratégicas y de mayor impacto masivo, con el objetivo de identificar la vulnerabilidad de las mismas y tomar la debida corrección.

Este Plan se haría a mediano y largo plazo, disponiendo de manera especial de los recursos cada año en el Presupuesto Nacional, para ir corrigiendo los puntos más neurálgicos de las vías y puentes en todo el país. Todas estas acciones, conjuntamente con la fuerza de las leyes, decretos, normas y disposiciones, de seguro que en los años venideros podrían reducir de manera significativa los riesgos en las obras, tanto viales, como edificaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1- Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK).
- 2-Trabajo final del Master Executive in project Mangement del Ing. José Espinosa en la Universidad de Valencia.
- 3-"Estrategias para las amenazas y oportunidades en proyectos". OBS Business School. [www.obs-edu.com](http://www.obs-edu.com)
- 4-Libro Azul Codia, leyes 6160 y 6200
- 5-[www.uv.es](http://www.uv.es). Universidad de Valencia
- 6-Ley 675-44 [www.omg.com.do](http://www.omg.com.do). pdf
- 7-Ley 687-82 [www.mopc.gob.do](http://www.mopc.gob.do)

### SOBRE EL AUTOR:

Es master in project Management. Ex-presidente del CODIA.

Correo: [josedespinosa@gmail.com](mailto:josedespinosa@gmail.com)



**COLEGIO DOMINICANO DE INGENIEROS,  
ARQUITECTOS Y AGRIMENSORES (CODIA)**

"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN INSTITUCIONAL CODIANA"

**JUNTA DIRECTIVA NACIONAL 2018 - 2019**

# *Día Internacional de la Mujer*



- Rifas
- Presentación Artística
- Brindis

**Día:** viernes 8 de marzo, 2019.

**Hora:** 4:00 P.M.

**Lugar:** Padre Billini No. 58, Ciudad Colonial Santo Domingo, D.N.

**Ing. Civ. Dionisio Navarro**  
Colegiatura - 12406  
Secretario General

**Arq. Guarionex Gómez Javier**  
Colegiatura - 26137  
Presidente Nacional

Tel: 829-378-0038 / Ext. 242/232/243



[www.codia.org.do](http://www.codia.org.do)



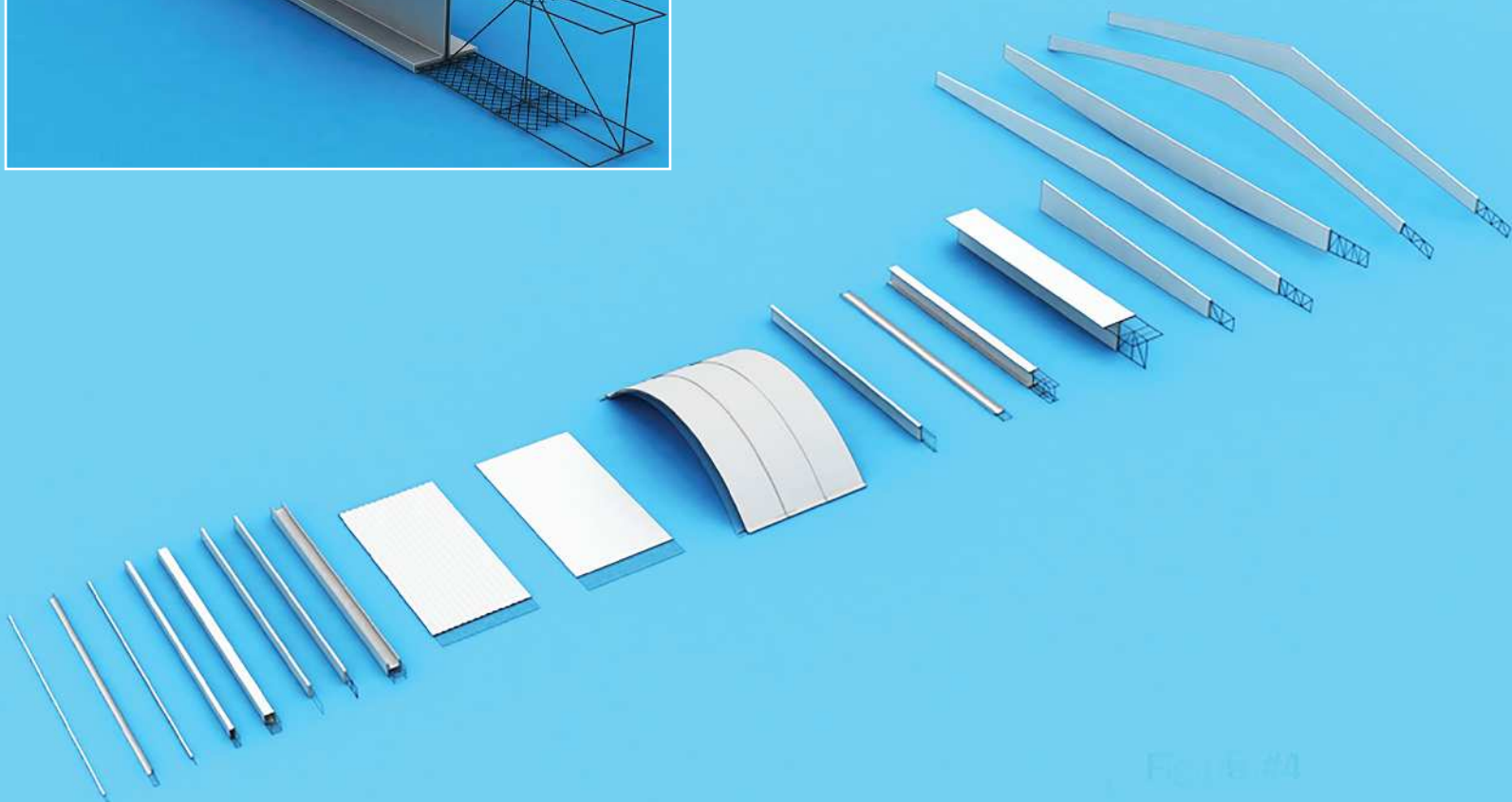
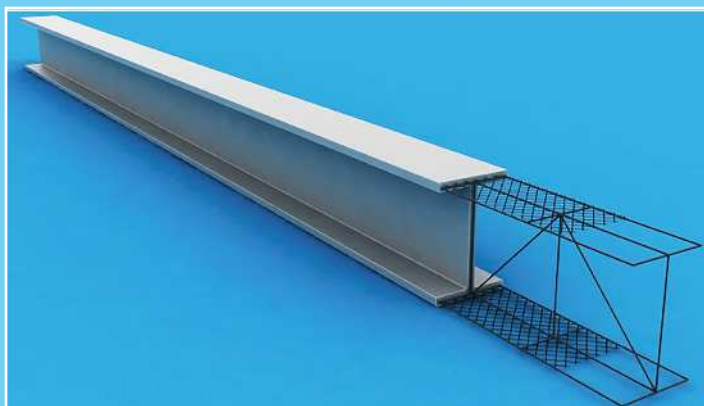
[codiacentral](https://www.facebook.com/codiacentral)



[@codiacentral](https://twitter.com/codiacentral)



[@codiacentral](https://www.instagram.com/codiacentral)



Fuente: [www.plasticseurope.es](http://www.plasticseurope.es)

## TECNOLOGIA INNOVATIVA DISPOSICIÓN MEJORADA PARA LA CONFIGURACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Por: Arq. Marino Enrique Sánchez Nina

Los plásticos han sido considerados modernos hace aproximadamente unos 100 años, en comparación con los materiales tradicionales como madera, piedra, metal, vidrio y papel. En las últimas décadas, los plásticos han sido los facilitadores de numerosos avances tecnológicos que permiten nuevas soluciones de diseño, mejoras de rendimiento y ahorro de costes.

## INTRODUCCIÓN

Ante la disminución de los recursos naturales no renovables y una población en crecimiento, si este material increíble no existiera hoy, tendríamos que inventarlo para poder satisfacer las necesidades de la sociedad.

Gracias a los plásticos, podemos afirmar que la única limitación para los diseñadores de hoy en día es su imaginación. Puede que los plásticos no estén siempre visibles en el sector de la construcción, sin embargo son indispensables.

Esta industria utiliza los plásticos para una amplia y creciente serie de aplicaciones, tanto en pavimentos y revestimientos como en impermeabilización, aislamientos, y en la elaboración de distintos elementos para instalaciones, marcos de las ventanas hasta el diseño interior.

En 2010 el sector de la construcción consumió 20.6% millones de toneladas de plásticos del total de consumo de plásticos en Europa Occidental (46.4 Mt), haciendo que fuera el segundo uso de los plásticos, tras los sectores de envases y embalajes y las aplicaciones domésticas. (Figura 1)

Esto se debe a que los plásticos tienen muchas propiedades fundamentales, que explotadas individual o conjuntamente, constituyen una importante y creciente contribución a nuestras necesidades en el ámbito de la construcción, entre las que se encuentran:

- **Son duraderos y resistentes a la corrosión**, lo que los hace adecuados para aplicaciones como marcos de ventanas y tuberías.

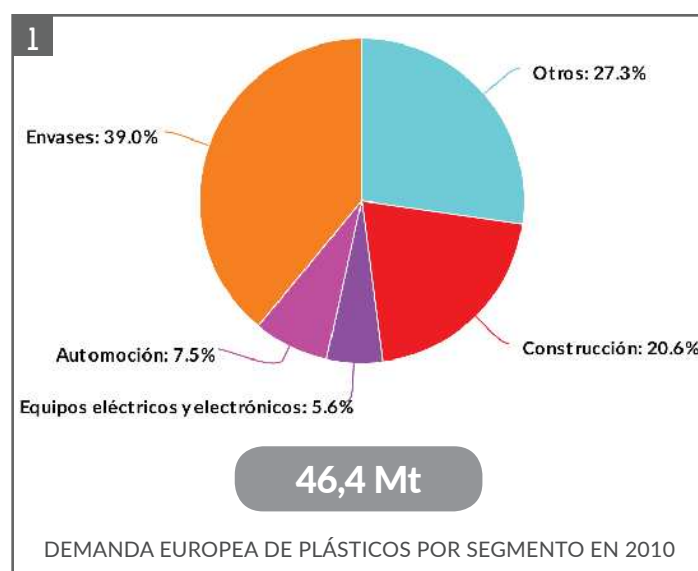
- **Son aislantes**: Los plásticos proporcionan un aislamiento eficaz para el frío, el calor, ahorran energía y reducen la contaminación por ruidos.

- **Ahorran dinero**: Los componentes de plástico a menudo resultan más baratos de producir adecuándose a las necesidades del cliente, son duraderos, resistentes a la corrosión y tienen una larga vida.

- **Mantenimiento reducido**: Reducen al mínimo los costes de mantenimiento, como en el caso de las pinturas y a menudo los eliminan totalmente.

- **Son higiénicos y limpios**: las tuberías de plástico son ideales para el transporte de agua. Los plásticos resultan una opción higiénica para las superficies domésticas y para los suelos, porque son fáciles de limpiar e impermeables.

- **Son seguros desde el punto de vista medioambiental**: los plásticos ahorran recursos porque son rentables en su producción, fáciles de instalar y duraderos. Después de su uso, los plásticos pueden reutilizarse, reciclarse o convertirse en fuente de energía.

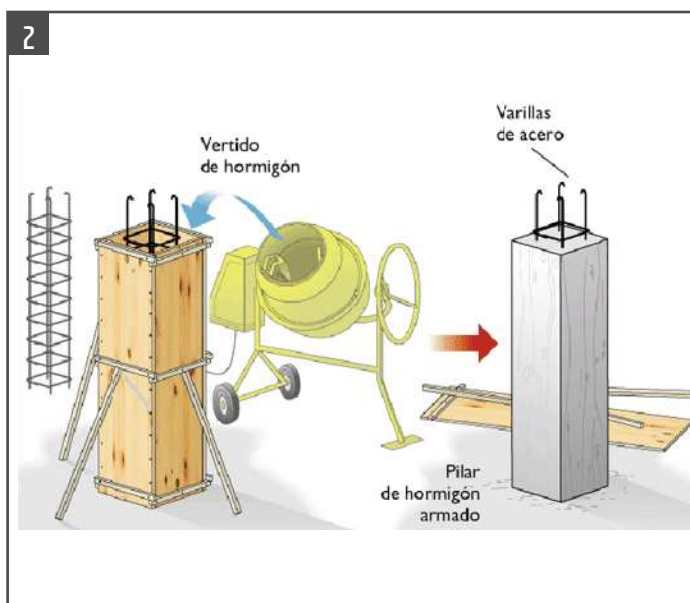


**Fuente:** Grupo de estudios de mercado y estadísticas de PlasticsEurope (PEMREG). UE27+ Noruega y Suiza Incluidos. Otros plásticos (-5.6 ml)

## ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Se conoce la existencia de hormigones constituidos a partir de la mezcla de cemento, agua, áridos y aditivos con los que se procede a la constitución de piezas que participan en la realización de obras de edificación, siendo posible el uso de hormigones en masa o bien la utilización de hormigones armados que ven incrementadas sus propiedades mecánicas al incorporar armaduras metálicas.

Sin embargo, sería deseable contar con las posibilidades ofrecidas por materiales como el plástico, para lo que sería necesario solventar las carencias esenciales de las que adolece para su intervención en este tipo de actividades. (Figura 2)

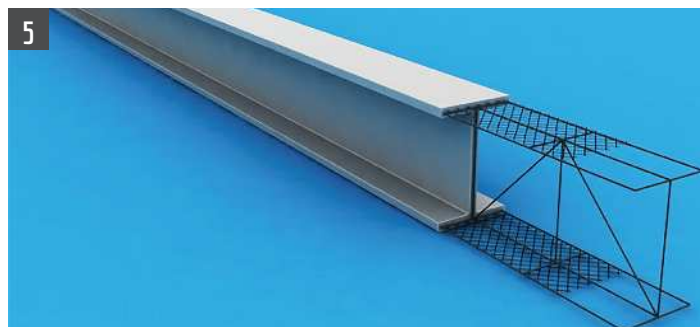
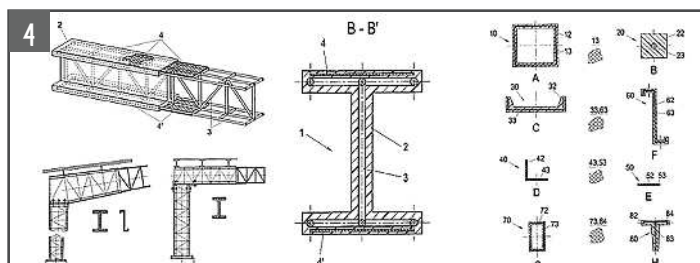


## CAMPO DE LA INVENCION

Esta patente de invención tiene su aplicación dentro de la industria dedicada a la fabricación de elementos estructurales de la construcción en sentido general, de la ingeniería y de la arquitectura.

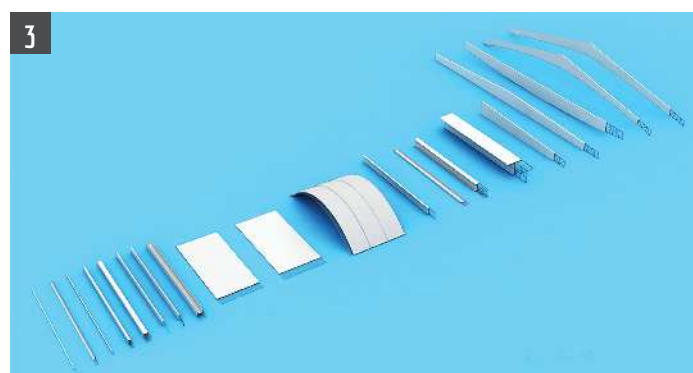
El uso de este nuevo material significa una nueva alternativa para el mercado nacional e internacional de la construcción de estructuras ligeras. Reemplaza el uso de la madera, así como reduce el uso del acero en la construcción.

Para la fabricación de las piezas podemos usar la tecnología de recuperación de desperdicios plásticos mezclados, lo cual aporta un beneficio ambiental al planeta.



## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente descripción se refiere a una Patente de Invención, relativa a una disposición mejorada para la configuración de elementos constructivos, cuyo interés fundamental reside en proporcionar una combinación de metal y plástico que permite la fabricación de piezas de construcción, logrando un conjunto con propiedades que no serían susceptibles de conseguirse con los materiales constitutivos por separado. (Figura 3)



## DISPOSICIÓN MEJORADA PARA LA CONFIGURACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Consiste en la combinación de metal y plástico para la obtención de un producto con propiedades mecánicas mayores de las que individualmente presentan, constituido por una estructura interna metálica (3) cubierta por una envoltura de material plástico (2) a las que se une una lámina metálica (4) y (4') de refuerzo en las uniones atornilladas, aplicando el compuesto que resulta en la fabricación de rieles y vigas (1), de tuberías, de barras, de canales, de angulares, de planchuelas, de zetas, de perfiles, de vigas, de planchas corrugadas, de planchas lisas o de estructuras. (Figura 4)

Por su parte, el material metálico incorporado, cuenta con cualquier forma según la aplicación elegida, siendo posible su configuración a partir de acero corrugado, barras, mallas electro soldadas, armaduras, cerchas o tizerillas, planchas de zinc y aluminio o tolas de acero, alambres y cables.

Asimismo, se contempla la existencia de una lámina o placa metálica que funciona como refuerzo para evitar que el vaciado plástico exterior se cuartee o se raje, problemas que surgen como consecuencia de los esfuerzos de tensión y cortante que tienen lugar en las uniones atornilladas. (Figura 5).

Con el objeto de alcanzar la forma definitiva, se procede a la confección y preparación de un molde que posibilita el vaciado de material plástico, elemento que envuelve la estructura metálica interna, utilizando con esta finalidad cualquiera de los métodos que lo permiten.

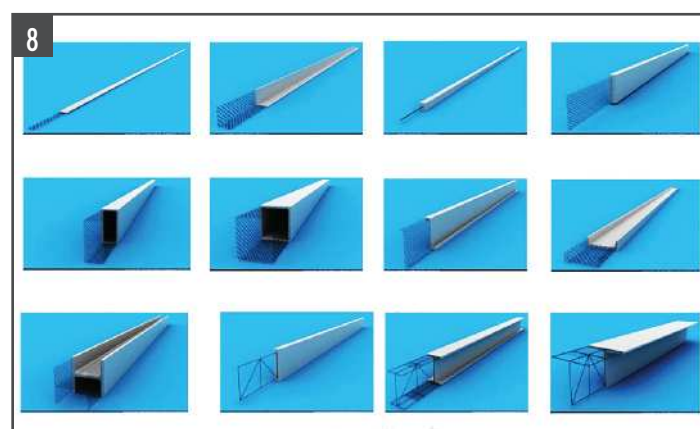
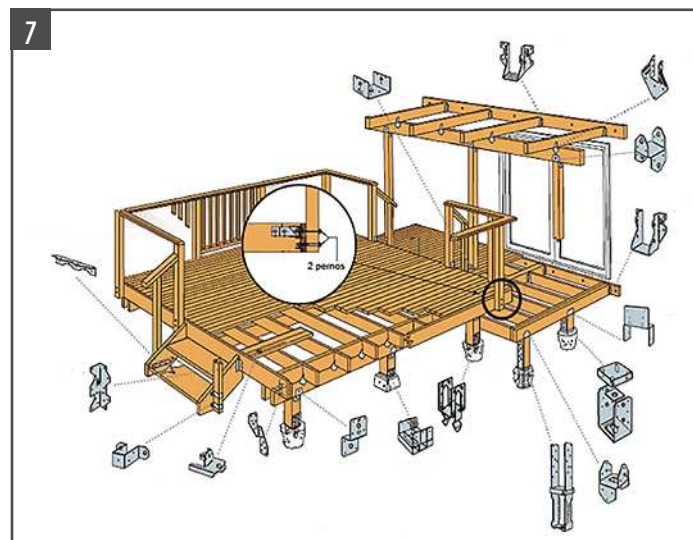
El plástico utilizado presenta diferentes propiedades según los tipos que se determinen para cada caso, recibiendo la denominación genérica de envoltorio siendo posible citar diferentes tipos de resina plástica, termo y duro plástico como fenoplastos, policarbonato, A.B.S., polietileno y resinas.

Es factible hacer uso de procesos como el moldeo por inyección, extrusión, colada directa, por transferencia o en frío. (Figura 6).



En las uniones o continuidades de las piezas o elementos, se utilizará el anclaje que permita la resistencia y el estatismo determinados, haciendo uso de chapas y tornillos, de ensamblado, adhesivo plástico-resistente o de la combinación de los anteriores.

El compuesto que se propone puede ser utilizado en la producción de rieles y vigas, de tuberías, de barras, de canales, de angulares, de planchuelas, de zetas, de perfiles, de vigas, de planchas corrugadas, de planchas lisas o de estructuras, en las que existen pernos que unen la viga y la columna. (Figura 7)



El dimensionamiento y la forma de las piezas aparecen determinados por criterios relativos a facilidad en el manejo práctico, la resistencia, el peso y la economía.

Los materiales y disposición de los elementos serán susceptibles de variación, siempre y cuando ello no suponga una alteración a la esencialidad de la invención. (Figura 8)

---

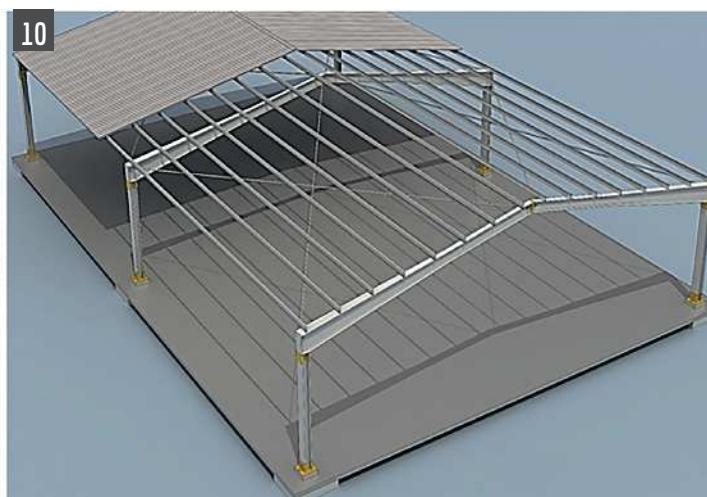
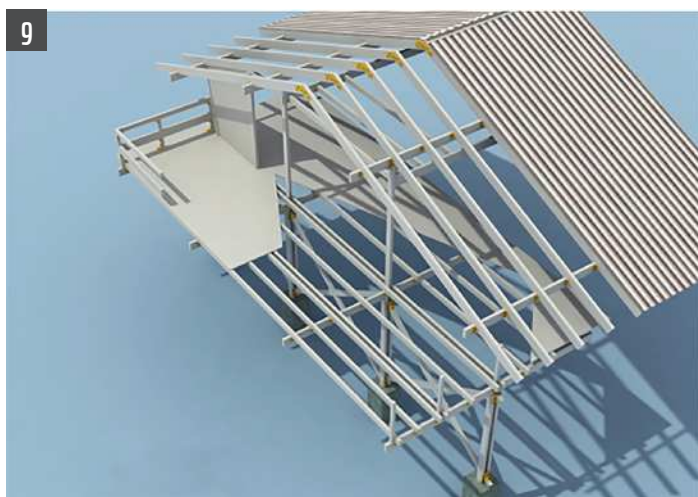
## VENTAJAS

La disposición mejorada para la configuración de elementos constructivos presenta una serie de ventajas que es pertinente señalar, ya que la unión del plástico con el metal proporciona un compuesto con características mecánicas mayores de las que individualmente pueden ser ofrecidas por cada uno de estos materiales, siendo posible mencionar:

Resistencia, durabilidad, ligereza, color, textura, confortabilidad, economía, no susceptible de corrosión, reesonancia

o vibraciones mínima, conductividad reducida, facilidad de manejo en su aplicación y uso, 100% reciclable.

No se considera necesario hacer más extensa esta descripción para que cualquier experto en la materia comprenda el alcance de la invención y las ventajas que de la misma se derivan. Los términos en que se ha descrito esta memoria deberán ser tomados siempre con carácter amplio y no limitativo. (Ver aplicación en Figura 9 y 10)



---

## QUIÉN PUEDE ESTAR INTERESADO EN ESTA PATENTE?

Las empresas que fabrican el material y las piezas de plástico relacionados con la construcción y la ingeniería. (Figura 11)



---

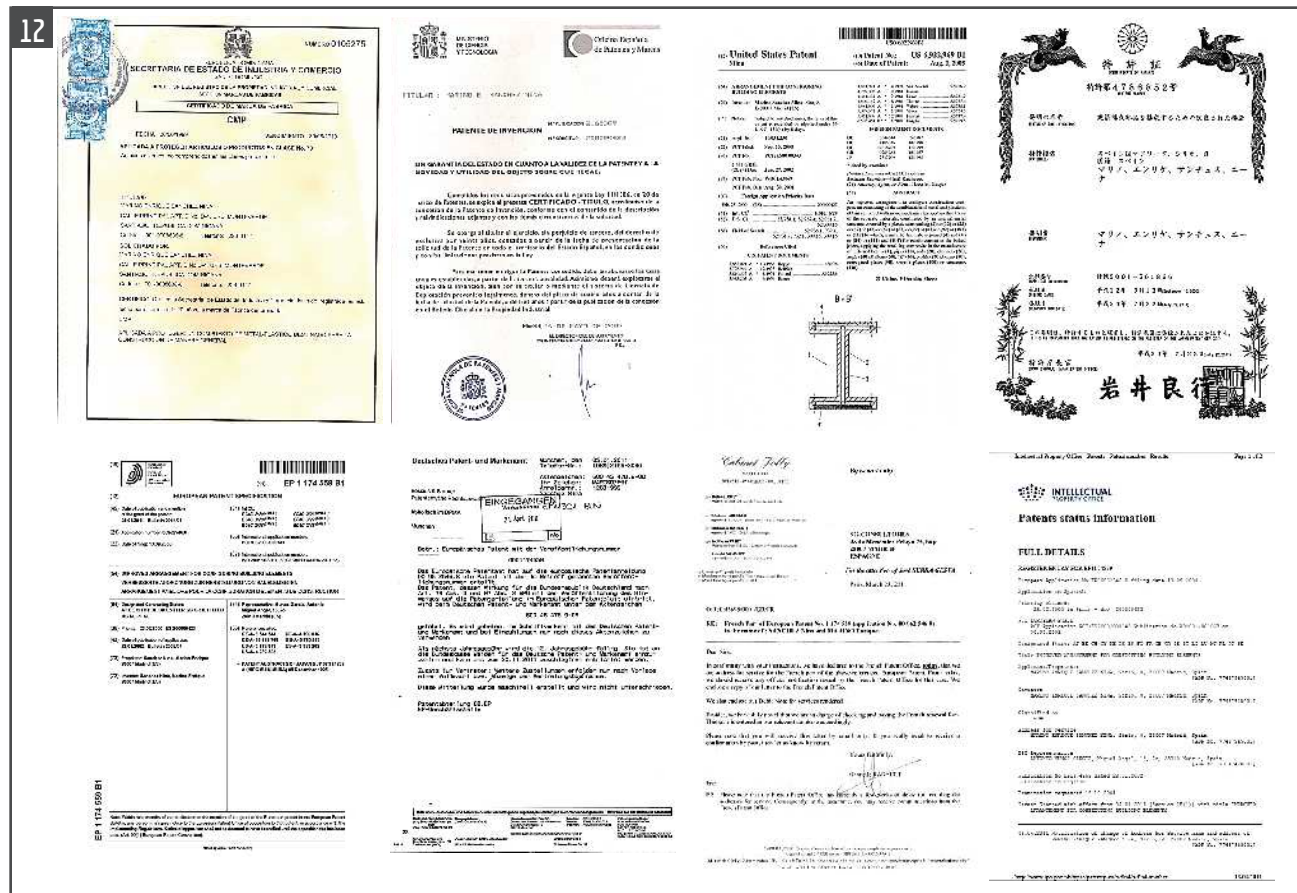
## SECTORES PLÁSTICOS EN LA EDIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

De acuerdo con la información que aparece bajo el uso de la sección de plástico del Portal Plastics, el Portal de la Industria del Plástico de la UE, dice que en el 2014, el sector de la construcción consumió 9,6 millones de toneladas de

plásticos (20% del total del consumo de plásticos de Europa) por lo que es la segunda más grande de aplicaciones de plástico después del envasado, y este porcentaje sigue creciendo.

# CONCESION DE PATENTE

República Dominicana, España, Estados Unidos, Patente Europea: Alemania, Francia, Reino Unido y Japón. (Figura 12)



## SOBRE EL AUTOR:

Es arquitecto y profesor de diseño en la UNPHU.  
Correo: marino.esn@gmail.com

## BIBLIOGRAFÍA

- 1- [www.plasticseurope.es/usos-de-los-plasticos/innovacion.aspx](http://www.plasticseurope.es/usos-de-los-plasticos/innovacion.aspx)
- 2- [www.plasticseurope.es/usos-de-los-plasticos/edificacion-y-construccion.aspx](http://www.plasticseurope.es/usos-de-los-plasticos/edificacion-y-construccion.aspx)
- 3- [www.plasticseurope.org/use-of-plastics/building-construction.aspx](http://www.plasticseurope.org/use-of-plastics/building-construction.aspx)
- 4- [www.construmatica.com/construpedia/Pl%C3%A1stico](http://www.construmatica.com/construpedia/Pl%C3%A1stico)
- 5- [www.google.com/patents/WO2001063067A1?cl=es](http://www.google.com/patents/WO2001063067A1?cl=es)
- 6- [www.patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO200106306](http://www.patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO200106306)



Edificio sede principal sistema de emergencias 911. Fuente: [www.super7.com.do](http://www.super7.com.do)

## UNA CIUDAD RESILIENTE ES UNA CIUDAD SENSIBLE Y RESPONSABLE DE LA VIDA DE SUS OCUPANTES

Por: Ing. Leonardo Reyes Madera

**N**uestro país, hasta este momento, ha tenido y sigue teniendo la conciencia, conocimiento y responsabilidad de sentir que es un país sísmicamente activo. Ha tenido la oportunidad de vivir las consecuencias de terremotos devastadores desde la época de la colonia y se ha mantenido altivo y sobre todo pasivo, esperando el próximo.

---

## PREÁMBULO

El interés de este artículo es atraer el interés hacia los aspectos que pueden hacer la diferencia entre tener una ciudad operativa después del terremoto o simplemente a merced de las "ayudas internacionales", que como vimos en el terremoto de Haití, tardaron más de tres meses en comenzar a hacerse efectivas.

La intención auténtica de este artículo, es contribuir a aumentar nuestro nivel de conciencia para que cuando nos llegue el terremoto esperado, seamos capaces de responder eficientemente a los requerimientos de atención a la sociedad a la que estamos obligados a responder, garantizándoles su sobrevivencia.

---

## ¿ESTAMOS PREPARADOS?

¿Qué sucederá en nuestra ciudad capital cuando ocurra un terremoto de magnitud mayor o igual a 7, como el que estamos esperando en cualquier momento en las fallas del Cibao, Enriquillo o la Fosa de los Muertos?

Que sucederá en Santiago de los Caballeros y el Cibao cuando suceda un terremoto de magnitud mayor o igual a 7.5, como el que estamos esperando en cualquier momento en la falla del Cibao?

Estas son las preguntas más ingenuas que podemos formular hasta el momento.

La interrogante que sigue me la han preguntado decenas de veces en todo tipo de actividades; ¿Estamos preparados para un terremoto? Y la tristeza se apodera de mí cada vez que respondo NO, ni este ni la gran mayoría de los países para no decir ninguno, está preparado para perder cientos de miles de vidas humanas en segundos, ni para ver destruidos sus edificios de apoyo comunitario, habitacionales, institucionales, educativos, de salud, por solo citar algunos.

Nuestro país, hasta este momento, ha tenido y sigue teniendo la conciencia, conocimiento y responsabilidad de sentir que es un país sísmicamente activo.

Ha tenido la oportunidad de vivir las consecuencias de terremotos devastadores desde la época de la colonia y se ha mantenido altivo y sobre todo pasivo, esperando el próximo.

La diferencia es, que nuestra situación ha cambiado. Antes, esta palabra "RESILIENCIA" no se conocía, se delegaba a los países desarrollados y hoy, para solo citar un ejemplo, la última conferencia mundial de ingeniería sísmica celebrada a inicios de año en Santiago de Chile, utilizó este nombre como bandera a seguir en todos los países donde tenemos la realidad de sufrir los efectos de los terremotos, porque ahora es



**Imagen 1.** Colapso glorieta del parque de Moca en el Terremoto del 4 de agosto de 1946.

el momento de revisarnos y de prepararnos para dar servicio de todo tipo lo antes posible tras la ocurrencia del desastre.

Es como si volviéramos al cuento de Alicia en el país de las maravillas o de Peter Pan.

Pareciera que estamos conscientes en lo más profundo de nuestro ser que todo saldrá bien, que no pasará nada, que nuestras vidas están seguras no importa donde estemos, que nuestros sistemas de seguridad excelentes que presentamos al mundo como el 911 estará trabajando a su máxima expresión, que estará totalmente disponible, porque en el mundo ideal que nos rodea será posible transitar por el aire a socorrer a los más necesitados a la hora del desastre, aun nuestras calles y avenidas se encuentren intransitables.

Para iniciar con un ejemplo; ¿hemos pensado en algún momento que pasaría si colapsara un paso a desnivel en la 27 de febrero? Qué pena y vergüenza, que dolor tan profundo, que ignorancia tan atrevida.

¿Por qué no hemos sido capaces de ver que la resiliencia depende de que nuestros sistemas de ayuda humanitaria en emergencia, necesariamente tiene la responsabilidad de estar disponibles, de estar a plena capacidad, sin ninguna excusa, a la hora del desastre?

¿Quién se ha planteado la realidad en nuestro eficiente sistema de emergencias 911, por donde pasará al rescate de las víctimas, si colapsa algún peatonal o paso a desnivel de la 27 o de la Kennedy?

¿Qué pasará si colapsa un elevado o peatonal de la Kennedy?, como llegaríamos a los Hospitales de las Fuerzas Armadas y a la Plaza de la Salud o a otros?



Imagen 3. Peatonal del 27 de febrero.



Imagen 5. Hospital Central de las Fuerzas Armadas.



Imagen 2. Paso a desnivel avenidas 27 de febrero y Tiradentes.

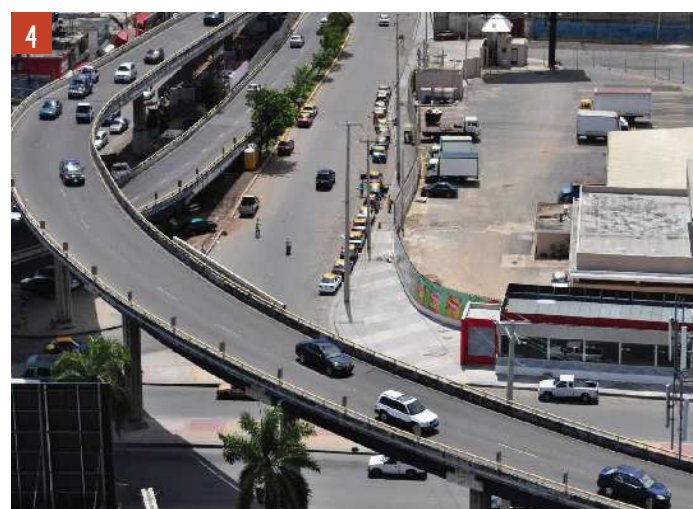


Imagen 4. Elevado en Santo Domingo.

¿Habrà pensado nuestro sistema 911 en que no podrán funcionar si no revisamos las vulnerabilidades de nuestras rutas diarias de trabajo, porque no estamos trabajando en la evaluación desde el punto de vista sísmico a raíz de la salida de nuestro Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras R-001, de los elementos que pueden interferir en nuestras rutas de rescate, como lo son nuestros puentes peatonales, nuestros elevados, nuestros pasos a desnivel, entre otros?

Pero por otra parte estamos obligados a cuestionarnos con toda responsabilidad, lo que podría ser nuestra mayor preocupación: ¿Estarán esos centros de salud citados, en condiciones de recibir cientos de personas gravemente heridas, cuando de hecho ya han sido fichadas como deficientes, como es el caso del Hospital de las Fuerzas Armadas, que en la evaluación de su índice de seguridad hospitalaria quedo en categoría C y aún no hemos podido realizarle un estudio de vulnerabilidad sísmica para asegurar que su estructura sobreviva ante el terremoto esperado, sabiendo que en 1985, en ciudad México colapsaron 8 hospitales con características estructurales similares?.

Obsérvense, las columnas cortas, los diferentes bloques de edificios sin una separación adecuada que eviten su colisión a la hora de un terremoto y sobre todo, su sistema de losas apoyadas directamente sobre las columnas, prohibido tanto en el Reglamento Sísmico de 1979, como en el de 2011. A continuación, mostraremos dos imágenes más, donde se muestran otras deficiencias sismo-resistentes importantes que han llevado al colapso este tipo de estructuras:



**Imagen 6.** Hospital Central de las Fuerzas Armadas, efecto de columnas cortas.



**Imagen 5.** Hospital de las Fuerzas Armadas, efecto piso suave.

Ahora les muestro un ejemplo de cómo se comportó, un hospital con características similares en el terremoto de ciudad México en el terremoto de 1985. ¿Es necesario tomar este riesgo?



**Imagen 7.** Hospital Benito Juárez, sistema estructural losas apoyadas sobre columnas.

Es evidente que estas son preocupaciones que compartimos porque la resiliencia en este sentido que estamos mostrando, no solo se refiere a si las estructuras de nuestras obras vitales sobrevivirán al terremoto

Se trata primero: si no sobreviven y colapsan, como daremos la ayuda para salvar la vida a los mas afectados y/o necesitados, segundo, si no colapsa su estructura, estarán disponibles para ofrecer los servicios de emergencia a la población afectada?

Necesitamos asegurarnos de que todos sus sistemas funcionen para que esto sea posible. Es decir, de que cantidades disponemos, de agua, combustible, electricidad, gases medicinales, entre otros, por al menos 15 días, en lo que se restablecen los sistemas de suministro a nivel nacional, si somos capaces de restablecerlos en ese tiempo.

Sería altamente lamentable que un esfuerzo tan importante para nuestro país, como ha sido la creación del 911, se encuentre con las manos atadas sin poder desarrollar sus funciones de salvar vidas, en el momento que el país mas lo necesite. De esta reflexión, es que surge nuestro llamado a la sensibilidad en este artículo para que se concentre la atención, en detectar posibles zonas de debilidades que de seguro van a interferir el importante aporte del sistema 911 a nuestras zonas afectadas.

Si no somos capaces de detectar posibles zonas vulnerables en el simple aspecto de obstáculos en las vías, como he mencionado y de prevenir los colapsos de nuestras edificaciones hospitalarias, estaremos dentro de una catástrofe más grave que el terremoto en sí.

Estamos obligados como medida preventiva, a tomar en cuenta los inconvenientes de circulación a nivel local, ante un desastre como un terremoto, cuyo escenario esta lleno de incertidumbres que se pueden y existe la posibilidad de estudiar y prever antes de que nos sucedan.



**Imagen 9.** Terremoto en Turquía.

Este país no debiera darse el lujo de que las sedes del 911 tengan ningún problema estructural, funcional y no estructural. Se requiere una evaluación exhaustiva de estos tres aspectos en todas sus edificaciones, porque basta que uno de estos falle, para que nos quedemos sin sistema de emergencia.

Para concluir en esta pequeña reflexión, he querido tocar un tema de interés nacional que va muy ligado a lo que se conoce como RETROFIT, porque ya con nuestro nivel de conciencia, creo estamos preparados para poder estudiar nuestros posibles puntos críticos que podrían ser determinantes para devolvernos la capacidad de acción a favor de la sociedad a la hora del desastre.

La resiliencia se gana con la prevención. "AUN TENEMOS TIEMPO".

---

## BIBLIOGRAFÍA

- El Día de Terremoto...puede ser hoy.  
Leonardo Reyes Madera 2011.
- 16 Congreso Mundial de Ingeniería Sísmica:  
Resiliencia Sísmica de las Edificaciones.  
Febrero 2018.

### SOBRE EL AUTOR:

Es Ingeniero Sismorresistente  
Presidente de la Sociedad Dominicana  
de Sismología e Ingeniería Sísmica  
(SODOSISMICA).



Ilustración: Wilson Morfe

**CNE** COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA

## IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTION DE LA ENERGIA EN BASE A LA ISO 50001

Por: Ing. Gilberto Martínez.

**E**l uso racional y eficiente de la energía se puede definir como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía de la República Dominicana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

---

## INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética puede definirse como la “reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y la calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso”, implicando limitar consumos adoptando equipos más eficientes.

El uso racional y eficiente de la energía se puede definir como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía de la República Dominicana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

Todo esto incluye aspectos tales como el ahorro de energía, la sustitución de energéticos, la generación eficiente de energía y el mantenimiento de equipos causando impactos positivos, de los cuales se benefician, económicamente los usuarios, y se preservan los recursos energéticos disponibles.

Estos impactos se logran al realizar ahorros energéticos en las diferentes clases de usuarios, con acciones como sustitución de equipos de alto consumo, iluminación más eficiente, corrección de fugas en aire acondicionado y redes de vapor, análisis de eficiencia de equipos instalados, uso de fuerza motriz mediante la sustitución de motores clásicos por motores de alta eficiencia, el cambio de arrancadores estrella triángulo por arrancadores suaves, cambios radicales diseño de los sistemas productivos.

Como elementos para ser considerados en la búsqueda de la eficiencia energética se pueden citar acciones tales como cambio energético, mejoras tecnológicas, optimización de

procesos industriales o robotización, manejo de temperaturas, climatización o uso de la luz solar, mejora del factor de potencia, entre otros.

La energía se ha convertido en este cuarto lustro del Siglo XXI en una de las grandes preocupaciones; si hay oscuridad hay que tener luz, si tenemos un vehículo de cualquier dimensión hay que moverlo, si hace calor hay que encender el acondicionador de aire o el abanico de techo o de pedestal o sino tomar el fresco manualmente, si tenemos alimentos en el congelador o en el refrigerador hay que tener la nevera encendida; en una palabra las soluciones hoy día están basadas en la energía.

Todas estas soluciones tienen su interacción en mayor proporción a través de los combustibles fósiles primarios, petróleo, carbón y gas natural, cuyos costos a la sociedad y a la tierra, en contraposición con otras energías primarias como son la energías solar, hidráulica, eólica, geotérmica y biomasa, les está resultando muy grande afectando el medio ambiente en sequías que en forma adversa afectan rublos productivos, lluvias y problemas de salud, entre otros; combustibles que inciden y seguirán incidiendo en la producción de gases de efecto invernadero y directamente proporcional al cambio climático, así como también en una economía competitiva.

Es ineludible la necesidad de llevar a cabo actividades de ahorro de energía, así como incidir en la mejora de la eficiencia energética de los equipos y sistemas que nos iluminan, nos hacen mover, nos dan la comodidad; de ahí que tenemos que afrontar soluciones tecnológicas para hacer lo mismo y disminuir el consumo basado en combustibles primarios.

---

## JUSTIFICACIÓN SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA

República Dominicana es fuertemente importadora de energía: la importación representó en 2011 el 87.8% de la oferta interna, siendo el 12.2% restante la producción nacional. Esta composición de la oferta interna, en cuanto al peso de las importaciones, prácticamente se ha mantenido. La composición de las importaciones es principalmente

de petróleo y derivados y en menor medida, gas natural y carbón mineral. Por su parte, la producción nacional se compone exclusivamente de energía primaria renovable: hidroenergía, leña, eólica y solar, bagazo y otros residuos. La generación total de electricidad, en forma conjunta del servicio público tanto del sistema energético nacional

Interconectado (SENI) como de los sistemas aislados y la autoproducción, ha sido principalmente a partir de fuel oil y gasoil; y es a partir del año 2001 para el carbón mineral y de 2003 para el gas natural, que estas fuentes empiezan a participar en la generación eléctrica.

En 2011, el 37% del consumo intermedio para generación eléctrica correspondió al fuel oil, el 21% a gas natural, el 19% al gasoil, el 17% a carbón mineral, el 5% hidro, y el 1% restante eólica y solar, además de bagazo y otras primarias.

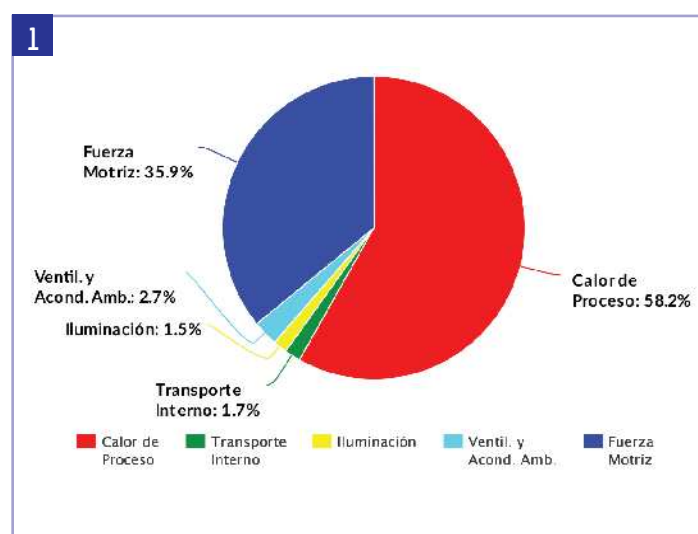
En 2013, la producción de derivados de petróleo en relación al año previo, creció 11.20%, al evolucionar de 1,168.04 a 1,298.89 ktep; las renovables decrecieron 0.76% y la generación bruta de energía eléctrica de las centrales eléctricas de servicio público 7 y la autoproducción estimada residencial, industrial y comercial aumento 5.94%, al pasar de 1,526.12 ktep (17,748.06 gwh) a 1,616.75 ktep (18,802.05 gwh), para un aumento de 90.63 ktep (1,053.99 gwh).

En términos del balance nacional de energía neta 2013 y la distribución de la demanda energética sectorial, el sector transporte representó el 43.86% de total, en segundo lugar se encuentra el sector Residencial, con un 24.66%, seguido por el sector Industrial, con el 22.12% y por último el resto los otros sectores representaron el 9.37% de la demanda.

El sector industrial ha sido el único en incrementar su demanda, en relación al 2012, al aumentar un 0.76% de energía neta, constituido por los sub sectores de la industria azucarera, zona franca, tabaco, textiles y cueros, papel e imprenta, química, caucho y plásticos, cemento y cerámica, industrias alimenticias y todo el resto de las industrias, entre otras.

El principal uso de la energía en la Industria es el calor de proceso, que incluye tanto la producción de vapor como de calor directo, con el 58.2% del consumo neto; seguido de Fuerza Motriz con el 35.9%.

Los restantes usos tienen consumos relativamente pequeños: ventilación y acondicionamiento de ambientes el 2.7%; transporte interno el 1.7%; Y el 1.5% restante se consume en iluminación, distribuidos de acuerdo a la figura siguiente:



**Imagen.** Consumo de Energía Neta por Usos en Industria 2010

La electricidad en el sector industrial es la principal fuente, aporta el 37.1% del consumo neto y su principal uso es en fuerza motriz; este uso absorbe el 87% del consumo neto de electricidad.

La segunda fuente en importancia es el coque (petcoke) que representa el 21.5% del consumo de la Industria y se utiliza exclusivamente en los hornos cementeros.

El tercer lugar lo ocupa el bagazo, residuo de la producción de azúcar y cuyo destino principal es la producción de vapor y, en menor medida, el accionamiento de los trapiches para la molienda de la caña. El principal potencial de sustituciones para disminución consumo de energía se presenta en el uso Calor de Proceso, donde compiten ocho fuentes.

Las medidas a aplicar en calor de proceso (vapor y calor directo) consisten en mejoras por aislamiento, recuperación de calores residuales, mejoras en la distribución de vapor, etc. Las mejoras de eficiencia permitirán que en el 2030 el rendimiento promedio mejore un 7% con relación a los rendimientos del 2010 (54.5%).

Aparte la introducción tendencial de motores eficiente y de variadores de velocidad permitirá una reducción del 5% del consumo neto de electricidad.

Deben realizarse auditorías energéticas que permitan una mejor identificación de los potenciales de ahorro y la aplicación de aquellas medidas de eficiencia más efectivas.

En tal sentido, se espera que con el lanzamiento del Sistema Dominicano para la Calidad (SIDOCAL) y el Ministerio de Energía y Minas (MEM) en los años 2012 y 2013, conjuntamente con la Comisión Nacional de Energía (CNE), se implemente la certificación de empresas en Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) y las auditoras energéticas, creando un mercado de certificación y por ende un aumento paulatino (dependiendo de la inversión requerida) en mejoras tecnológicas de procesos industriales.

Dado que República Dominicana no posee reservas probadas de petróleo u otras fuentes energéticas locales que no sean las bioenergías, la energía solar, la eólica y la hidroelectricidad, el uso racional de energía se convierte en la principal forma de moderar el impacto de la importación de los energéticos, principalmente el petróleo y sus derivados, el gas natural y el carbón mineral.

Para cada uno de los sectores de consumo, se tienen en cuenta medidas posibles de uso racional de la energía. Estas medidas están vinculadas por un lado a los cambios tecnológicos en la forma de producir bienes y servicios y por la otra con acciones de conservación de energía, que impliquen modificaciones en la gestión y mantenimiento de equipos.

Con la promulgación de la Ley No. 100-13 del 30 de julio del año 2013 creando el Ministerio de Energía y Minas, el futuro

augura la conformación de instrumentos de políticas públicas dirigidos al ahorro energético y al uso más eficiente de la energía, la creación de normas de eficiencia energética, informaciones a usuarios, asistencia técnica, obligación a las instituciones del estado a tener niveles aceptables del uso de la energía, realización de buenas prácticas, financiamiento a bajo interés, así como incentivos por equipos eficientes.

Dado que el consumo de energía es un factor preponderante de los costos de producción, se pone de manifiesto en el sector industrial la necesidad de realizar una cuidadosa gestión de los costos energéticos, buscando con ello mayores posibilidades de competitividad.

Usar eficientemente la energía significa evitar desperdiciarla y realizar las actividades con el mínimo de energía posible, aumentando la productividad y competitividad de la empresa.

En el sector industrial, las tecnologías que hacen uso eficiente de la energía pueden ayudar a los países en desarrollo a lograr el crecimiento económico y a mejorar el nivel de vida, y simultáneamente contribuir a la reducción de gases responsables de efecto invernadero.

La Eficiencia Energética no es sólo cuestión de poseer las últimas tecnologías, sino de saber emplear y administrar los recursos energéticos disponibles de un modo hábil y eficaz, lo que requiere desarrollar procesos de gestión de la energía.

El Uso Eficiente de la Energía surge como requisito ineludible

para todos los actores del mercado energético: productores, consumidores, reguladores, y es una solución concreta que contribuye a una mayor competitividad de la economía, a disminuir los impactos ambientales derivados de una menor producción y consumo de energía, y a reducir a lo estrictamente necesario la expansión que naturalmente requiere el sistema eléctrico nacional.

La eficiencia energética produce entre otras las siguientes ventajas, menores costos de producción, al consumir menos energía por unidad producida; mayor capacidad de generación disponible, lo cual permite la utilización del sistema eléctrico disponible para otros usos y menor desperdicio de energía y disminución de contaminantes.

Los "modelos de gestión" de la energía en las empresa se desarrollan con alto grado de espontaneidad o tomando como referencia programas o modelos externos, limitándose fundamentalmente a los siguientes aspectos, diagnósticos energéticos a la tecnología y planes de medidas o de acciones para la reducción de los costos energéticos, supervisión de indicadores energéticos basado en registros para verificación de consumos e identificación de equipos y procesos altos consumidores, cambio de energéticos primarios, cambios tecnológicos y gestión de contratación de energéticos primarios. Un sistema de gestión de la energía busca aunar y sistematizar los esfuerzos de las organizaciones empresariales para mejorar su gestión energética por medio de la mejora continua. (figura 2).

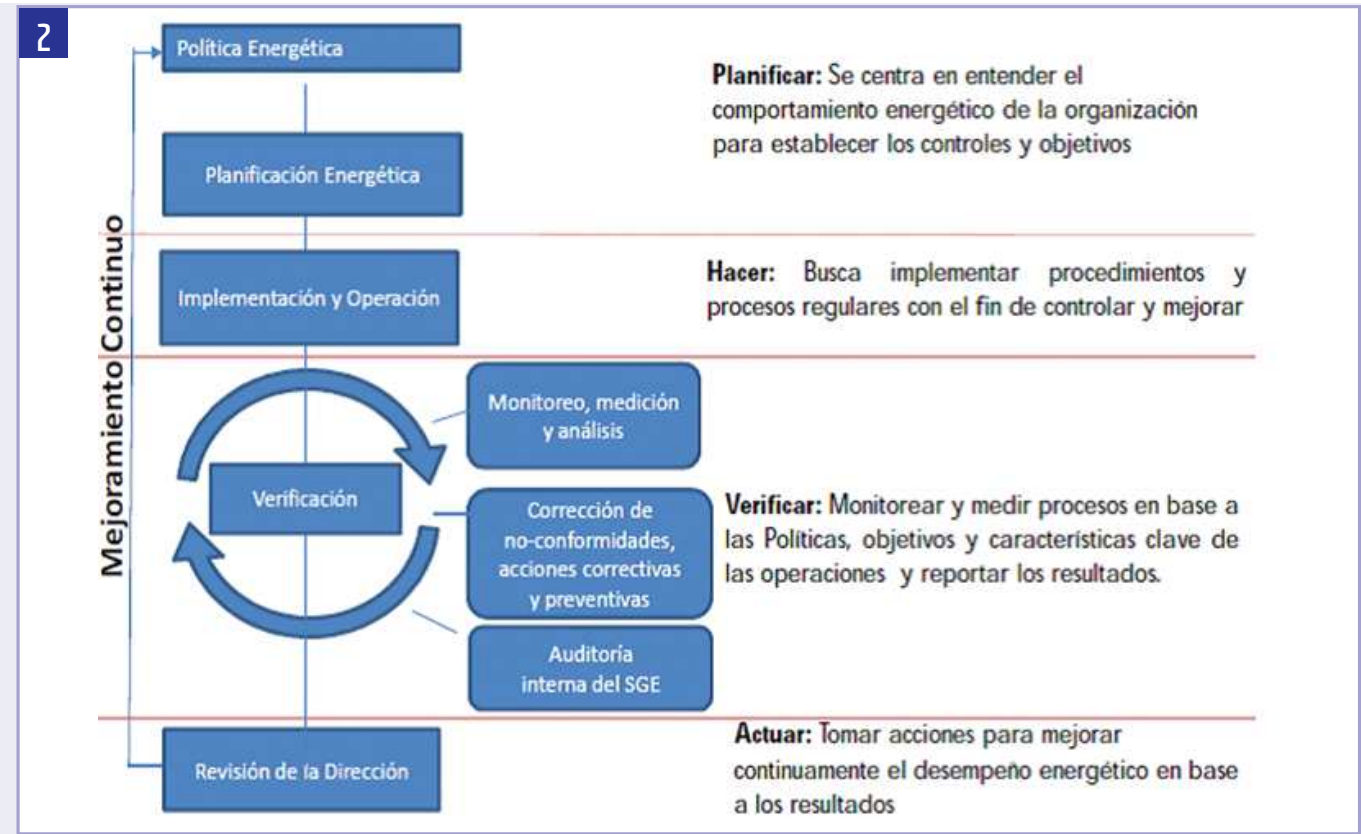


Imagen. Mejoramiento continuo

## OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de un Sistema de Gestión de la Energía es la reducción de los costos de producción, contribuyendo al cumplimiento de las exigencias ambientales, disminuyendo la dependencia energética, mejorando la competitividad global, mediante una gestión eficiente de la energía con todo el involucramiento del personal.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El Sistema de Gestión de la Energía, específicamente, realiza una mejor gestión integral de la misma, conociendo los costos reales de energía consumidos, vinculando los costos reales de la energía a los productos y servicios ofrecidos, realizando auditorías energéticas, mejorando la eficiencia energética, midiendo la energía que se consume, mejorando procesos productivos, disminuyendo el consumo de energía, sensibilizando y capacitando personal corporativo en gestión energética, implementando medidas y programas de cumplimiento a futuras políticas energéticas, reduciendo consumos de combustibles energéticos y reduciendo emisiones de gases de efecto invernadero.

## METODOLOGÍA

El Sistema de Gestión Integral de la Energía es el conjunto de procedimientos y actividades estructuradas que integra los componentes del sistema organizacional de la empresa, para alcanzar el consumo mínimo de energía a través de las siguientes etapas:

### ETAPA 1: DECISIÓN ESTRATÉGICA

La necesidad de desarrollar la primera etapa se justifica en que generalmente la empresa no está preparada cultural, técnica y organizativamente para comenzar la instalación y operación de un sistema de gestión, sino que necesita de algunas actividades preparatorias que se realizan una sola vez.

En esta etapa se identifica el estado actual de la empresa mediante análisis de brechas, las metas globales y los impactos en la productividad, el medio ambiente, la utilidad, los gastos operacionales, el rendimiento y las ventas de la implantación de un sistema de gestión integral de la energía, mediante las actividades:

- Caracterización energética de la empresa.
- Compromiso de la alta dirección.
- Alineación de estrategias.
- Definición de la estructura técnica y organizacional.

### ETAPA 2: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA

La fase siguiente constituye el núcleo fundamental del programa de la gestión integral de la energía donde se realizan los diagnósticos necesarios, se implantan los sistemas de monitoreo, se producen las políticas y acciones de ahorro energético, se prepara el personal y se valida y documenta todo el proceso mediante las siguientes actividades:

- Establecimiento de indicadores del

sistema de gestión.

- Identificación de las variables de control por centro de costo.
- Definición de los sistemas de monitoreo
- Diagnóstico energético
- Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.
- Plan de medidas de uso eficiente de la energía
- Actualización y validación de la gestión organizacional.
- Preparación del personal.
- Documentación.
- Auditoría y ajustes del plan.

### ETAPA 3: OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA

En esta etapa el modelo de gestión debe asegurar la mejora continua de la gestión energética y evaluar el desarrollo de la cultura por la eficiencia energética del recurso humano, de tal forma que se mantenga el interés y el compromiso de los niveles estratégicos, tácticos y operativos de la empresa mediante las actividades siguientes:

- Seguimiento y divulgación de indicadores;
- Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación;
- Implantación de programas y proyectos de Mejora;
- Implantación del plan de entrenamiento y evaluación del personal;
- Chequeos de gerencia;
- Ajustes del sistema de gestión; y
- Evaluación de resultados.

|                                                      | Meses |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| Etapa 1: Decisión Estratégica                        | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Caracterización energética de la empresa             |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Compromiso de la alta dirección                      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Alineación de estrategias                            |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Definición de la estructura técnica y organizacional |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |

| Etapa 2: Instalación del SGIE                                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| Establecimiento de indicadores del sistema de gestión.         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Identificación de las variables de control por centro de costo |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Definición de los sistemas de monitoreo                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Diagnóstico energético                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Plan de medidas de uso eficiente de la energía                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Actualización y validación de la gestión organizacional.       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Preparación del personal                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Documentación                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Auditoría y ajustes del plan.                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |

| Etapa 3: Operación del SGIE                                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| Seguimiento y divulgación de indicadores                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Seguimiento y evaluación de buenas prácticas energéticas         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Implantación de programas y proyectos de mejora                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Implantación del plan de entrenamiento y evaluación del personal |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Chequeos de gerencia                                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Ajustes del sistema de gestión                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| Evaluación de resultados                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |

## INFORMACIÓN BÁSICA PARA LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA

- Flujograma del proceso productivo y sistemas auxiliares.
- Censo de carga de equipos por subestación.
- Estructura contable de la empresa. Centros de costo actuales de la empresa.
- Datos de diseño de operación de los equipos y procesos principales de mayor consumo.
- Actividades de mantenimiento de diseño de los equipos y procesos de alto consumo.
- Unifilares térmicos y eléctricos de los energéticos primarios y secundarios.
- Estructura de medición de los consumos de las fuentes energéticas primarias y secundarias.
- Estructura de medición de los subproductos, productos semielaborados y elaborados de la empresa.
- Organización o estructura administrativa de la empresa.
- Costos actualizados de las fuentes energéticas primarias y secundarias.
- Diagrama de la gestión organizacional de la empresa.
- Estructura de costos de producción de la empresa. Impacto de los costos de energía en los costos de producción.
- Indicadores actuales de consumo, costos, eficiencia y gestión energética que tiene la empresa.
- Métodos actuales de evaluación de la gestión energética de la empresa.

- Contratos de compra de energéticos primarios.
- Manual de los sistemas de gestión organizacional implementados en la empresa. (Calidad, talento humano, mantenimiento, seguridad y salud ocupacional, gestión ambiental, gestión tecnológica).
- Informes anteriores de diagnósticos energéticos o auditorios energéticos.
- Manuales de procedimientos de operación en los procesos y equipos claves de la empresa.

---

## IMPACTO Y RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Los resultados esperados a nivel industrial con la implantación de un Sistema de Gestión de la energía bajo ISO 50001, pudiesen ser establecidos mediante una lista de verificación rápida referente al diseño organizacional para uso eficiente de la energía. Esta lista de verificación podría incluir:

- Identificar la magnitud y el alcance de las mejoras que pueden obtenerse en el uso de la energía.
- Identificar y preparar equipos y personal clave para reducir costos energéticos.
- Generar las bases cuantitativas y cualitativas para establecer la política, objetivos y metas en el uso racional de la energía.
- Incidir en el control y el análisis de las causas de las variaciones en el consumo y costos energéticos.
- Identificar y justificar el orden en que deben implantarse los proyectos de baja, media o alta inversión para reducir costos energéticos en forma rentable.
- Identificar, establecer y mantener el desarrollo de buenas prácticas de operación y mantenimiento de los equipos y procesos que usan energía.
- Identificar, establecer y mantener un programa adecuado de conservación de los equipos de medición y control, vitales para el uso eficiente de la energía.
- Elevar y mantener el nivel cultural operacional, tecnológico y energético de la organización.

- Establecer la estructura técnico-organizativa necesaria para mantener el uso eficiente de la energía.
- Mantiene competente y motivado al personal clave en el uso eficiente de la energía.
- Permite medir el resultado de las inversiones realizadas en la reducción de los costos energéticos.
- Permitir la planificación de consumos y de eficiencia en el uso de la energía basada en un ciclo de mejora continua.
- Eliminar la posibilidad de improvisación en la compra y manejo de la energía.
- Permitir realizar Benchmarking de indicadores energéticos con los competidores.
- Reducir costos de mantenimiento de equipos y procesos que usan energía.
- Reducir y controlar el impacto ambiental del uso de la energía.
- Establecer métodos para introducir, actualizar y mantener vigilancia tecnológica e innovación dirigida a la eficiencia energética de los procesos.

- Incorpora a la gestión organizacional interna y externa los elementos necesarios para el manejo integral eficiente de la energía en la empresa.

---

## LAS AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

Son las vías para incrementar eficiencia energética en las empresas, de modo que el conocimiento del consumo energético permita detectar qué factores afectan el consumo de energía, identificando las posibilidades potenciales de ahorro energético que tienen a su alcance y analizando la viabilidad técnica y económica de implantación de tales medidas, con el objetivo de facilitar informaciones que sirvan a los empresarios y responsables de gestión y mantenimiento de instalaciones como instrumento para conseguir rendimientos energéticos óptimos para cada proceso, sin provocar una disminución de la productividad o la calidad del bien producido.

La implementación de Auditorías Energéticas incidirá en que los responsables de establecimientos industriales comprueben que aunque la eficiencia energética tenga el condicionante de la rentabilidad económica, muchas de las medidas propuestas puedan suponer un gasto mínimo o nulo, y unos ahorros económicos y energéticos importantes.

4

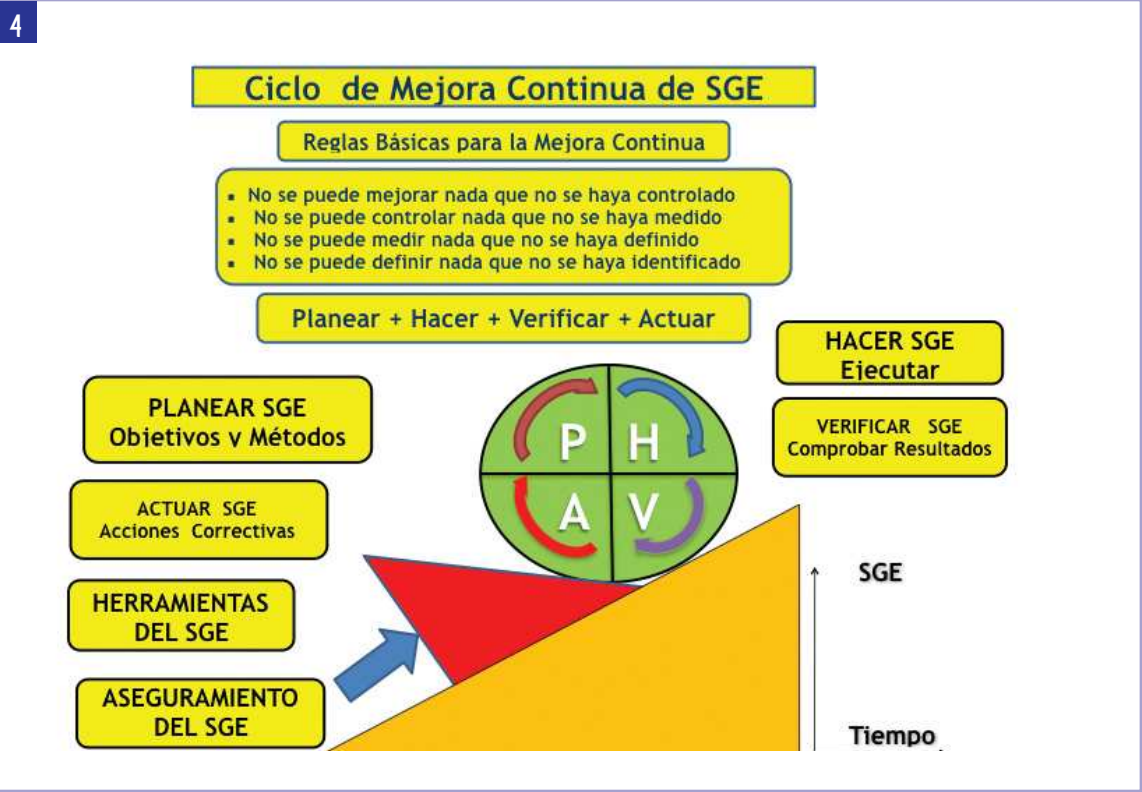
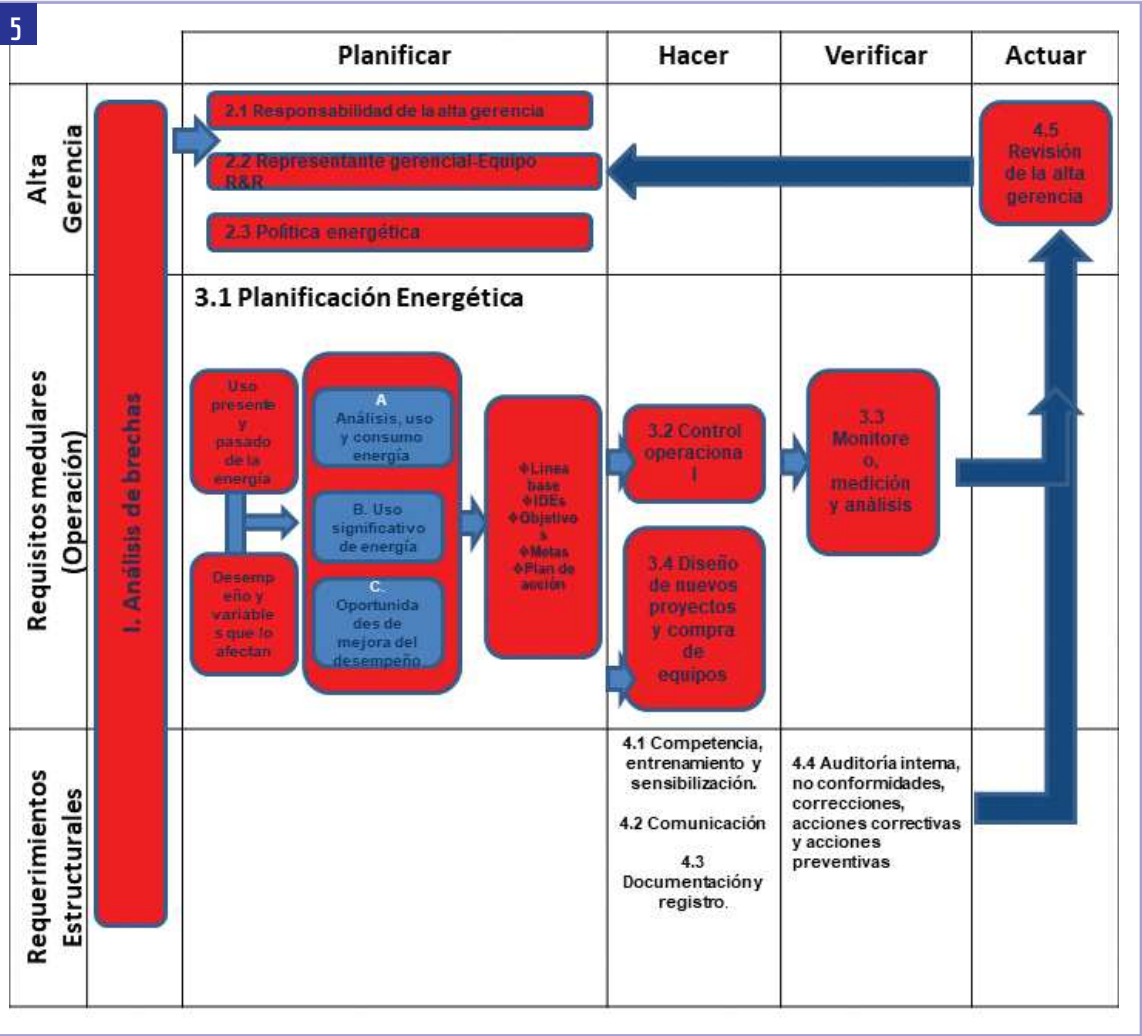


Imagen 4. Ciclo de mejora continua de SGE.

5



Las Auditorías Energéticas y la implementación de sus medidas inciden en el valor agregado integral, siendo completadas con aspectos como la formación, el entrenamiento del personal o la concienciación ciudadana creando una cultura de que la eficiencia energética transmite ventajas para la reducción de consumos energéticos en sectores tales como instalaciones industriales. Oficinas y despachos, gimnasios, comercios, entre otros.

Dedicar un pequeño tiempo a ponderar las posibilidades que ofrecen estos análisis y decidir con criterio costos, ahorros de energía, en beneficio de todo nuestro entorno, reduciendo el nivel de dependencia y, al mismo tiempo, disminuyendo los niveles de contaminación.

Mediante una estrategia de mejora continua a lo interno de las organizaciones, basada en la implementación del Ciclo de Deming, permite una mejora integral de la competitividad de productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costos, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad.

Todo proceso de mejora continua debe estar basado en una planificación durante la cual se establecen las actividades de los procesos, necesarias para obtener resultados esperados, realizando los cambios para la implantación de mejoras propuestas, realizar una recopilación de datos con

finés de análisis luego de un periodo pasado previsto con anterioridad, y luego de partir de los resultados conseguidos en la fase anterior se procede a recopilar lo aprendido y a ponerlo en marcha

La alta gerencia debe comprometerse en llevar a cabo la implementación del Sistema de Gestión de la Energía, asignando recursos, conocimientos (know-how), agilidad y seguridad en las decisiones críticas.

Inclusive toda la estructura organizacional debe estar involucrada y sobretodo comprometida a llevar a un buen término en el tiempo estipulado y con los recursos designados, el proyecto de implementación de un Sistema de Gestión de la Energía bajo la Norma ISO 50001

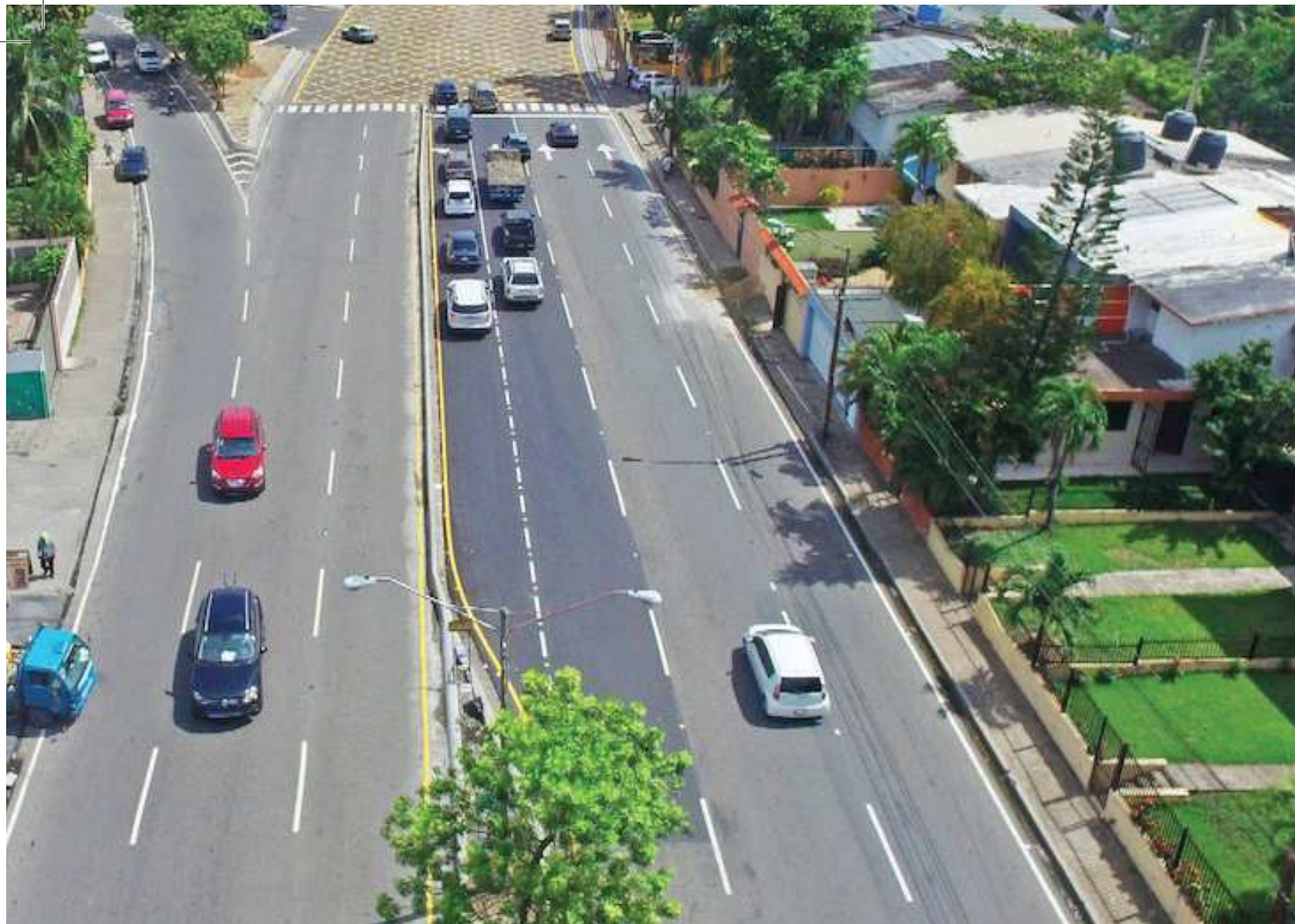
#### **SOBRE EL AUTOR:**

Es Ingeniero Químico Representante del CODIA ante el Comité de Expertos del CODOCA.

Correo: [inggilbert.martinez@gmail.com](mailto:inggilbert.martinez@gmail.com)



The poster features a background image of a modern building with a large, stylized red and blue wave graphic at the top. The CODIA logo is prominently displayed in the upper center. Below it, the text reads: **COLEGIO DOMINICANO DE INGENIEROS, ARQUITECTOS Y AGRIMENSORES (CODIA)**, followed by *"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN INSTITUCIONAL CODIANA"*, **JUNTA DIRECTIVA NACIONAL 2018 - 2019**, and **SECRETARÍA DE EDUCACIÓN Y EVENTOS**. To the right, the workshop title is **TALLER SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EN FIBROCEMENTO PLYCEM**. Below this, the facilitator and coordinator are listed: **Facilitador:** Arq. Jose Frank Amador Soler and **Coordina:** Agrim. Victor Torres, Secretario de Educación y Eventos. At the bottom, the logos for **PROCONTRATISTA EL AMIGO DEL CONSTRUCTOR** and **Plycem Tecnología de Avanzada en Fibrocemento** are shown. The event details are: **Día:** Miércoles 27 de Marzo 2019 **Hora:** 6:00PM a 8:00PM, and the location is **CODIA Sede Central - C/ Padre Billini No.58, Ciudad Colonial, Santo Domingo D.N.**



Fuente: [www.rdvial.gob.do](http://www.rdvial.gob.do)

---

## CORREDOR ESCOLAR Y DE SALUD. ESCOLARES, CAMINANTES, MEDIO AMBIENTE, VIALIDAD, INFRAESTRUCTURA, SEGURIDAD

Por: Arq. Branno Martinez.

**L**a realidad presentada induce, recomienda, obliga, a repensar la ciudad, tomando en cuenta la orientación familiar, la concentración urbana como conglomerado o asentamiento, y otros temas de precisión como la vialidad vehicular y peatonal, la seguridad frente al auge de (medioambiente), servicios de infraestructuras de la ciudad, etc.

## INTRODUCCIÓN

El municipio Santo Domingo Este es uno de los siete que integran el Gran Santo Domingo GSD (decreto No. 710-04), y es el municipio cabecera de la zona oriental, integrado por los siguientes sectores urbanos:

1. Los Mina-Cancino
2. Ozama-Mendoza
3. Villa Duarte
4. San Isidro-San Luis
5. Los Frailes

El enfoque de este trabajo se concentra en el área comprendida dentro del sector urbano no. 2. Ozama-Mendoza, según el plan indicativo llamado "Polígono Consolidado No.1", del ayuntamiento Santo Domingo Este, con especialidad como objeto de estudio en las unidades territoriales (ensanches) Ozama (UT-2) y Alma Rosa I (UT-3), cuyos límites son al norte calle Odfelismo y Aven. Mella-carretera de Mendoza, al sur Aven. Las Américas, al este Aven. San Vicente de Paul, y al oeste el Río Ozama. La iniciativa para preparar este trabajo parte de la

observación simple, al detectar la pro-fusión de establecimientos que tienen que ver con la escolaridad, negocios y estamentos relacionados, así como la proliferación de caminantes y ejercitantes que se multiplican con el aumento de las construcciones, sobre todo en altura y densidad que establecen las nuevas normativas de usos de suelos del ayuntamiento, las cuales aumenta gradualmente las densidades observadas, lo que explica dicha proliferación de elementos inherentes a la condición de todo conglomerado urbano.

## ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

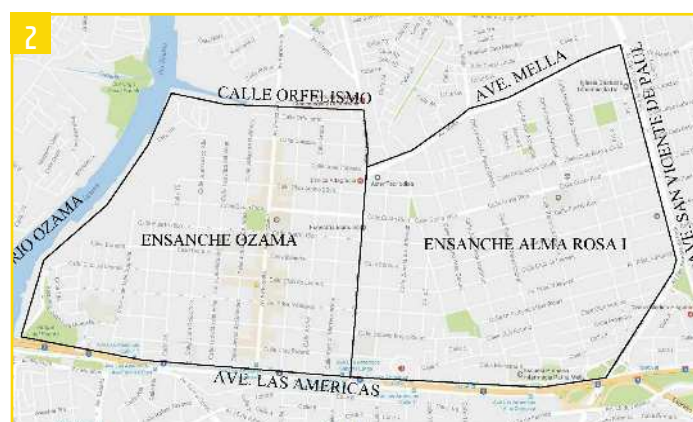
En los ensanches en cuestión se presenta de forma natural tal proliferación, (sin precedentes posiblemente en todo el país), de dichos establecimientos, tanto públicos (escuela República de Panamá, escuela Patria Mella, liceo Eugenio María de Hostos) como centros privados, y relativos o relacionados con esta actividad, desde el nivel infantil hasta todos los sustratos de la población estudiantil inclusive universitaria (Universidad Tecnológica de Santiago -UTESA). Y se verifica una zonificación bien definida que se agrupa a lo extenso de ambos barrios.

Esto nos indica, entre otras cosas, que la movilidad y crecimiento de actividades, por demás obligatorias para el desarrollo de la familia y la urbanidad, se da de forma espontánea y no planificada por organismo estatal alguno, y obedece a un crecimiento acorde al aumento poblacional y densificación de las unidades vecinales citadas, así, el movimiento pendular de ida y regreso de los estudiantes: casa-escuela-casa, y caminantes que realizan ejercicios y/o asisten a espacios públicos abiertos (parques y plazas) en atención a actividades relativas a la salud, se ha multiplicado exponencialmente, es un axioma innegable.

Otro fenómeno altamente notorio y conocido por todos es la concentración de vehículos privados y minibuses escolares llevando y buscando a los hijos al frente o puerta de los establecimientos escolares, en especial los centros privados, dificultando el tránsito y la vialidad vehicular, así como la cotidianidad de los habitantes, y tornando todo en caos. Otro axioma indiscutible.



Mapa del distrito nacional y la provincia de Santo Domingo



Mapa ensanches Ozama y Alma Rosa I



Colegio privado

Sin olvidar el aumento de la ocurrencia de actos criminales que actúan bajo la modalidad de la sorpresa y que afectan la psiquis de los padres, hijos e individuos de la composición social, trayendo inseguridad y llevando a multiplicar aún más el hecho de llevar y buscar a los estudiantes en vehículos, como forma de asegurar su vida, una verdad inquietante e indiscutible.

La realidad presentada induce, recomienda, obliga, a repensar la ciudad, tomando en cuenta la orientación familiar, la concentración urbana como conglomerado o asentamiento, y otros temas de precisión como la vialidad vehicular y peatonal, la seguridad frente al auge de la criminalidad, recuperación forestal (medioambiente), servicios de infraestructuras de la ciudad, etc.

**Entonces se justifica la creación de un “corredor escolar y de salud” cuya definición es:**

Rutas predeterminadas utilizadas por niños y jóvenes para ir y volver al colegio o escuela, padres acompañantes de sus hijos, maestros que acuden a sus labores, caminantes que se ejercitan, y comerciantes relacionados.

“De tal manera que los comunitarios cuenten con rutas y calles replanteadas para albergar a sus usuarios de a pie y de a diario, se reencuentren con la usanza de otros tiempos de caminar en rutas seguras y ordenadas y socializar con los compañeros de escuela y ejercicio y con la vecindad”.

Debemos definir los establecimientos relacionados y relativos, como aquellos que tienen enlaces primarios o secundarios, respectivamente, con la escolaridad, a saber:

#### Primarios:

- Salas de tareas,
- Centros de atención especial, cognitivos,
- Centros o estancias materno-infantiles,
- Centros preescolares,
- Centros de terapias y rehabilitación,

- Escuelas de belleza,
- Institutos de formación técnica,
- Academias de música, arte, baile, danza, teatro, etc., y,
- Bibliotecas, entre otros.

#### Secundarios:

- Centros de copiados e impresiones,
- Papelerías y librerías,
- Cafeterías y colmados,
- Centros de internet e impresiones,
- Confección de uniformes escolares o deportivos,
- Gimnasios,
- Clubes sociales y lugares de reunión
- Parques y plazas públicas, entre otros.

## OBJETIVOS

La aglomeración de establecimientos educativos y relacionados está presente en los ensanches de tal manera que nos inclina a pensar sobre la altísima necesidad de definir primero las áreas o zonas escolares y para luego plantear el corredor.

Argumentos como la concentración de vehículos, congestionamiento y arrabalización del tránsito, emisiones de dióxido de carbono, incremento de la criminalidad, necesidad de rescatar el arborizado, a lo que estábamos acostumbrados anteriormente a ver en dichos ensanches, la proliferación de construcciones en altura por disposiciones del ayuntamiento, etc., son más que válidos para justificar la presentación de rutas y corredores para abordar los temas descritos y pendientes de resolver, son la mejor oportunidad para acometer el planteamiento.

Los antecedentes de corredores están a la orden del día, para escolares, caminantes, deportivos y de salud, seguros, así como caminatas matinales o la simple contemplación (paseos), son algunos de los ejemplos que encontramos en múltiples ciudades alrededor de todo el mundo.

Lo que se propone este artículo es abordar los temas enumerados para atender necesidades aun sin visualizar ni mucho menos resueltas por las autoridades estatales y por los instituciones, establecimientos o individuos sociales, componentes de forma directa e indirecta de las actividades mencionadas, y estamos irremediablemente abocados a actuar, aquí y ahora, sobre el asunto.

El proyecto de corredor escolar se construye en compañía, y no puede ser trazado por una entidad o colectivo de forma aislada. Debe integrar los distintos agentes y entidades involucrados, y actuar en su implementación y operación de forma continua para que sea exitosa.

Por tanto, el alcance general de este trabajo incluye los siguientes puntos:

#### Levantamiento de establecimientos públicos y privados existentes;

- A. Definición de la zonificación o agrupamiento de los mismos en los ensanches
- B. Planteamiento de rutificación o rutas definidas del corredor
- C. Carpeta de posibles proyectos de intervención puntuales en el espacio público.

## DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

A través de establecer el reconocimiento de la realidad existente, considero algunas puntualizaciones para plantear el marco de actuación e intervención de este trabajo, a los fines de identificar los proyectos puntuales de acción.

#### A. Definición de Zonificación:

Básicamente se destacan tres grandes zonas que pueden agruparse e identificarse como:

**Zona E-1**, incluye la Escuela República de Panamá, Colegio Santa Teresa y UTESA, entre otros,

**Zona E-2**, incluye Liceo Eugenio María de Hostos, Colegio Cardenal Sancha, Liceo Patria Mella, Centro Psicopedagógico preescolar (cognitivo), entre otros, y

**Zona E-3**, incluye los colegios San Francisco de Asís y Cathedral School, entre otros.

En donde las zonas E-1 y E-3 pertenecen al ensanche Ozama, las cuales indican mayor concentración de centros educativos, y la zona E-2 pertenece al ensanche Alma Rosa I con mayor extensión territorial, aunque en las tres zonas se encuentran centros públicos y privados de gran importancia y tradición lugareñas, las cuales vienen a ser y de



Mapa de Establecimientos Escolares



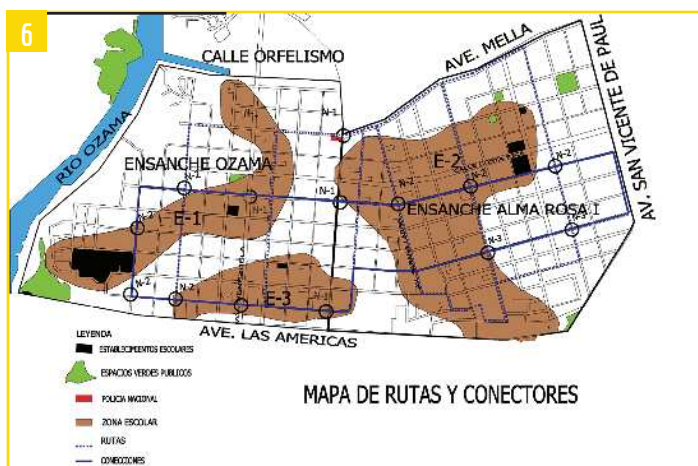
Mapa de Zonificación Escolar

manera natural las zonas escolares por excelencia, y están alineadas alrededor de avenidas y calles importantes y conocidas, como las avenidas Venezuela y Sabana Larga, y las calles Puerto Rico, Club Rotario y Pdte. Vásquez, y entre las áreas residenciales.

La identificación de las zonas (zonificación) nos muestra la capacidad conectiva que hay en sí mismas y entre ellas, y con las áreas residenciales, y nos lleva a establecer las posibles rutas o conectores, caminos o trazados del corredor escolar. Conviven también con establecimientos de usos varios como las iglesias, lugares de esparcimiento y reunión y comercios en general, entre otros.

Se establecen primariamente dos vías peatonales que cohabiten con las vehiculares, a saber:

Las **rutas principales**, que llevarán la traslación del mayor volumen de usuarios y recorrerán ambos ensanches en sentido este-oeste, y en dirección longitudinal, formando un circuito principal cerrado.



Mapa de Rutas y Conectores.

**Los conectores**, que llevarán la traslación de menor cuantía y enlazarán a los viandantes desde sus casas hasta los centros de destino, en sentido norte-sur, y en dirección transversal a los barrios, formando un circuito secundario también cerrado.

**Los Nodos**, o las intersecciones entre avenidas y calles que demandan atención e intervenciones especiales al corredor.

En donde se establece la rutificación o el trazado de rutas predeterminadas que definan el planeamiento del corredor escolar, que conectarán los barrios a lo interno de sí mismos y con otras zonas escolares y barrios, y así cumplir con el movimiento pendular natural que se verifica en los asentamientos urbanos.

Y que a partir del planteamiento de las rutas y conectores se detectan puntos específicos o nodales, intersecciones en la infraestructura urbana que demandan por sí mismas de soluciones e intervenciones específicas.

Establecemos los nodos como los puntos e intersecciones a tomar en consideración para determinar el tipo de intervención. Los mismos se clasifican según la escala de la necesidad de la intervención de la siguiente manera:

**Nodo N-1**, son aquellos que por la importancia de las vías que se cruzan, flujo de vehículos y el volumen de usuarios viandantes, ameritan de atenciones e intervención especiales,

**Nodo N-2**, son de segunda importancia por la calificación de las vías y menor flujo vehicular y de viandantes, y

**Nodo N-3**, considerado de las de menor cuantía por la importancia de las vías y menor volumen vehicular y peatonal.

En donde los nodos N-1 y N-2 se corresponden y están sobre las rutas principales como las avenidas Venezuela y Sabana Larga, y las calles Club Rotario, Pdte. Vásquez y Costa Rica, etc. y en tanto el nodo N-3 demanda menor nivel de intervención.

Como vemos, este trabajo establece una realidad existente observada sobre la base de la simple observación, localizando los establecimientos que se aglomeran sobre vías de importancia en estos ensanches, establecemos lo que llamamos zonas (zonificación) o áreas escolares que se verifican claramente en el lugar, y establecemos rutas predeterminadas a los fines de detectar y abordar los temas, proyectos e intervenciones puntuales, con el objeto de establecer una guía somera al momento de acometer el desarrollo de los planes de intervención.



Mapa de Puntos Nodales a Intervenir

## ÁREAS DE INTERVENCIÓN Y PROYECTOS PUNTUALES

De alguna manera se presentan unas intervenciones casi obligadas que se muestran a todo lo extenso del área estudiada. Algunos de los proyectos incluyen lo siguiente:

### “Intervenciones físicas”;

Transformación de la fisonomía de las calles y avenidas,

Ampliación vías peatonales, aceras en calles y avenidas definidas como seguras,

Señalización visual y letrización públicas y semaforización de los corredores,

Arborización y paisajismo urbanos,

Creación de pasos peatonales y peatonización horaria de tramos de calles, mobiliario urbano como bancos, paradas, puntos de ventas de periódicos, revistas y/o material escolar y publicitario relativo, entre otros,

### “Intervenciones en infraestructuras”;

Arreglo de calles y avenidas, pintura vial,

Arreglo de alcantarillado pluvial,

Correcto manejo de la basura urbana,

Iluminación pública, postes y farolas, entre otros,

#### **"Reorientación de tránsito, tráfico y flujo vehicular";**

Redefinición de las vías vehiculares y peatonales,

Establecer paradas de autobuses escolares para los estudiantes y vehículos privados de padres,

Vigilancia de los estacionamientos privados y públicos y sobre áreas públicas como las plazas, parques, las calles y aceras,

Señalización bien definida y efectiva,

Re-direccionalidad del tránsito vehicular, sobre todo en vías más congestionadas, entre otras,

#### **Intervenciones y acciones temáticas;**

Establecer el proyecto como un programa obligado,

Redes de seguridad establecidas para el tránsito,

Creación de la Policía Escolar, que atienda solo las necesidades y los horarios del corredor,

Protocolos de acción para la prevención del delito,

Protocolos de acción para el manejo operativo,

Creación de un patronato o autoridad privada para operar el corredor,

Encuentros y charlas en instituciones escolares privadas y públicas, organismos estatales, comunitarios y público en general,

Capacitación para los manejadores del proyecto y los agentes del orden involucrados,

Difusión, publicidad urbana, folletería, etc.,

Fondos invertidos en la implementación del programa,

Elaboración de guía práctica de camino escolar, entre otros.

## **CONCLUSIONES Y REFLEXIONES**

Si desde el principio del desarrollo propuesto por las autoridades del ayuntamiento como organismo rector de la ciudad, en este caso de Santo Domingo Este, se hubiera pensado en que dicho desarrollo, léase, crecimiento de construcciones en altura a través de los edificios altos, se hubiera tomado en cuenta que los servicios en general como, el de la escolaridad, iban a crecer exponencialmente a dicho crecimiento, y no solo aquí en esta zona sino en todos los sectores y barrios de todas las ciudades y comunidades, donde se verifica el mismo fenómeno, si solo se hubieran detenido a reflexionar al respecto, no tendríamos estos focos de aglomeraciones que minan de cerca la cotidianidad de las barriadas en que se circunscriben.

Situaciones de caos en el tránsito, contaminación visual y sonora, alteración en los horarios de los habitantes, el auge de la delincuencia, así como la tradición de caminar por el barrio, compartir con los compañeros de escuela, etc., que han sido trastocados por este solo hecho que compete a la sola actividad de ir a la escuela o colegio.

Como he indicado en el capítulo de objetivos este proyecto de corredor no se construye con una sola entidad comercial o pública ni de autoridades ni de individuos, así que los colegios privados deben llevar la iniciativa y liderazgo y hacer representar las escuelas públicas como complemento y beneficiarios de dichos planes.

Así, las autoridades periféricas que deben participar junto al ayuntamiento, como AMET, Ministerio de Educación, MINERD, Policía Nacional, Ministerio de Obras Públicas, los centros relacionados y comercios relativos deben actuar de forma subyudices de las autoridades de los colegios privados, constituyéndose estos en garantes del éxito de la iniciativa, a través de la formación de un "patronato del corredor" que lo regentee.

Esta afirmación obedece a que la iniciativa responde y favorece más bien al sector privado de escolares, por número, como forma de garantizar la implementación, operación y seguimiento continuos de los programas del corredor y así evitar e impedir que autoridades gubernamentales, políticos de turno u otros particulares personalicen las ejecutorias y/o olviden sus responsabilidades para con la población urbana.

Esta iniciativa podría constituirse en un instrumento o herramienta de verdadero desarrollo y como plan piloto o patrón a estudiar y desarrollar en otros barrios o ciudades, puede tomarse como:

1. Referencia para hacer nuestras ciudades desde la perspectiva de quienes caminan,
2. Recatar la tradición de caminar por nuestra comunidad.

Porque: 1. Caminar es la primera cosa que un niño quiere hacer y la última a la que una persona mayor desea renunciar .

2. Porque caminar es tan natural como respirar.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1- Plan Indicativo y Manual de Normas polígonos ensanches Ozama y Alma Rosa, y ave. España del ayuntamiento de Santo Domingo Este, ASDE.
- 2- I Congreso sobre Caminar, John Butcher (1999),
- 3- Manual Práctico Formación Senderos Escolares Seguros, equipo técnico de RED AMPARO.
- 4- Guía para el desarrollo de caminos seguros escolares, [www.conbicialcle.com](http://www.conbicialcle.com)

**Fotos de:** Arq. Branno Martínez.

**Mapas y planos elaborados por:**  
Ing. Félix Rivera, en programa sketchup.

### SOBRE EL AUTOR:

Es arquitecto y urbanista. Diplomado en Cambio Climático y Medioambiente

Correo: [brannomartinez@gmail.com](mailto:brannomartinez@gmail.com)



## COLEGIO DOMINICANO DE INGENIEROS, ARQUITECTOS Y AGRIMENSORES (CODIA)

"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN INSTITUCIONAL CODIANA"

**JUNTA DIRECTIVA NACIONAL 2018 - 2019**

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN Y EVENTOS

**CONSEJO DE DIRECCIÓN DEL NÚCLEO DE AGRIMENSURA**

**CONSEJO DE DIRECCIÓN DEL NÚCLEO DE INGENIEROS AGRÓNOMOS**

*Les invita al panel:*

### **PRESENTACIONES DE DRONES APLICADO A LA INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y AGRIMENSURA, EN LA REPÚBLICA DOMINICANA**

#### • DISERTANTES:

- **AGRIM. VÍCTOR TORRES**
- **AGRIM. JOTAN HICIANO**
- **AGRIM. JOVANNY DE AZA T.**
- **AGRIM. WALDERSON MARTINEZ**
- **ING. JOSE VICENTE GALINDO**
- **FELIX ADAMES**

*Introducción a la vigilancia de cultivos y ganadería y coordinador general*  
*Drones aplicados a la ingeniería*  
*Drones aplicados a la minería*  
*Drones aplicados a la agrimensura*  
*Drones aplicados a la agricultura de precisión*  
*Norma y regulaciones con drones, en vuelos piloto*





Recogedores de Ají.

## PRODUCCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DEL BIOGAS DE LOS RESIDUOS DE GRANJAS Y FINCAS DE GANADO BOVINO

Por: Ing. Agrón. Francisco R. Gómez

**E**n épocas recientes, la toma de conciencia sobre los efectos deletéreos del cambio climático, conjuntamente con los compromisos de reducción de emisiones producto del Protocolo de Kyoto y los incentivos económicos de los “Certificados de Reducción de Emisiones” han contribuido a impulsar el desarrollo de las energías renovables, entre ellas, la producción de energía a partir de la digestión anaeróbica.

## RESTROSPECTIVA

- **Biomasa:** A los fines del presente artículo podemos clasificar la biomasa en dos vertientes, a saber:

a) **Biomasa ecológica:** cantidad de materia viviente de un hábitat particular, sea expresada en peso de organismos por unidad de volumen o en unidad de volumen de organismos por volumen del hábitat;

b) **Biomasa energética:** cantidad de materia orgánica susceptible de ser convertida en energía considerada, por tanto, como una fuente potencial de energía. Este aprovechamiento debe ser dentro de un marco de sostenibilidad, lo que implica que la biomasa debe ser de muerte reciente, específicamente biomasa residual no alimentaria.

- **Biogás:** combustible gaseoso de origen renovable, el cual se obtiene del proceso de digestión anaeróbica de residuos biomásicos húmedos, tales como el estiércol de animales, restos de mortalidad, fracción orgánica de la basura y aguas servidas.

Constituido por gas metano en un 55-70%, dióxido de carbono, en un 35-40% y trazas de sulfuro de hidrógeno.

- **Certificados de Reducción de Emisiones (CER):** certificados transables otorgados a un país o empresa, por la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero equivalente a una tonelada de dióxido de carbono.

- **Efluente:** en conexión con este artículo: líquido procedente del biodigestor luego del proceso de la digestión anaeróbica.

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** es la medida del oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica y partículas presentes en una muestra de agua.

- **Bacterias Anaeróbicas:** son bacterias que pueden vivir y prosperar en ausencia de oxígeno. Se subdividen en Anaeróbicas Estrictas, las cuales no pueden vivir en presencia de oxígeno y las Anaeróbicas Facultativas, que pueden desarrollarse tanto en ausencia como en presencia de oxígeno.

## ANTECEDENTES

Existe evidencia anecdótica del uso de Biogás para la calefacción de agua sanitaria en Asiria durante el siglo décimo antes de Cristo, así como en Persia durante el siglo dieciséis.

Asimismo, en 1776, en Italia, Alejandro Volta estableció una correlación directa entre la degradación de la materia orgánica y la cantidad de gas inflamable. Luego, en 1808, Sir Humphry Davy, determinó la producción de metano a partir de la digestión anaeróbica del estiércol bovino.

Sin embargo, no fue sino hasta el año 1859, cuando se construyó la primera planta de Digestión Anaeróbica en Bombay, La India.

Asimismo, en épocas recientes, la toma de conciencia sobre los efectos deletéreos del cambio climático, conjuntamente con los compromisos de

reducción de emisiones producto del Protocolo de Kyoto y los incentivos económicos de los "Certificados de Reducción de Emisiones" han contribuido a impulsar el desarrollo de las energías renovables, entre ellas, la producción de energía a partir de la digestión anaeróbica.

En ese orden, la iniciativa por parte de la CNE, de elaborar y someter el proyecto de Ley de Incentivo para el Desarrollo de las Energías Renovables, el cual dio a luz a la Ley 57-07 en mayo de 2007 y su Reglamento de Aplicación en el 2008, ha constituido un catalizador para el desarrollo de proyectos de energía renovables, entre ellos de aprovechamiento de biogás.

Como punto inicial, en agosto del 2007, la Comisión Nacional de Energía (CNE), la Asociación de Productores de Leche

(APROLECHE) y el Consejo Nacional para la Reglamentación de la Industria Lechera (CONALECHE), aunaron esfuerzos a los fines de realizar un diagnóstico para determinar las potencialidades de producción de biogás en nuestro país. Sin embargo, no fue sino hasta el año 2011 cuando se iniciaron las instalaciones de biodigestores en granjas de cerdo, avícolas, matadero de animales y fincas

*"La tierra no es una herencia de nuestros padres, sino un préstamo de nuestros hijos."*

*- Antiguo refrán Indio.*

ganaderas, alcanzando la cifra de 27 instalaciones a la fecha, de las cuales 22 están en funcionamiento.

---

## DIGESTIÓN ANAERÓBICA

Se puede definir como un grupo de procesos encadenados, mediante el cual diferentes tipos de micorganismos descomponen los residuos biomásicos en ausencia de oxígeno, obteniéndose biogás (Ver definición de biogás en el acápite I).

Asimismo, se obtiene un efluente consistente en un líquido estabilizado que se puede utilizar como biofertilizante. La digestión anaeróbica puede ocurrir de forma natural o provocada por el hombre.

En forma natural tenemos como ejemplo el gas metano de los pantanos, de suelos anegados y el estómago de los rumiantes y las termitas, entre otros.

En cuanto a la modalidad provocada por el hombre, cabe citar los arrozales e instalaciones de biodigestores para aprovechamiento energético del biogás.

---

## QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA DEL PROCESO

Existen básicamente tres procesos químicos que de manera encadenada hacen posible la digestión anaeróbica, a saber:

**a) La hidrólisis:** reacción química mediante la cual bacterias hidrolíticas en medio acuoso, descomponen macromoléculas insolubles, tales como proteínas, lípidos, carbohidratos y ácidos nucleicos, en moléculas solubles de menor tamaño, específicamente aminoácidos, ácidos grasos, monosacáridos (glucosa) y purinas y pirimidinas.

**b) La acidogénesis:** aprovecha los productos resultantes de la hidrólisis para convertirlos en ácidos orgánicos volátiles (ácido acético, propiónico y butírico), así como en hidrógeno, dióxido de carbono, amoníaco.

**c) La metanogénesis:** fase final de la digestión anaeróbica, la cual se beneficia de los productos anteriores, específicamente el ácido acético e hidrógeno para convertirlos en biogás, a través del concurso de las arqueobacterias.

Esta es la fase más sensible del proceso, en lo concerniente a las variaciones en

los parámetros operativos, tales como la temperatura, el PH, velocidad de la reacción de acidificación, presencia de inhibidores; a tal efecto, el control de estos es esencial para la sostenibilidad de la producción de metano.

En lo concerniente a la microbiología del proceso, cabe mencionar, la importancia de las bacterias hidrolíticas, anaeróbicas estrictas y facultativas, las cuales liberan las enzimas para la hidrólisis de los polímeros insolubles. Luego tenemos las bacterias acidogénicas, algunas de las cuales pertenecen a los géneros clostridium, bifidobacterium, desulfovibrio, lactobacillus, stafilococcus y escherichia, siendo los dos últimos anaeróbicos facultativos.

Por último, y no menos importante, tenemos las arqueobacterias, encargadas de llevar a cabo la metanogénesis, las cuales pertenecen a los géneros methanobacillus, methanobacterium, methanosarcina y methanococcus, entre otros. Cabe destacar, que algunos géneros de hongos también intervienen en la digestión anaeróbica, principalmente géneros aspergillus, fusarium y penicillium, entre otros.

---

## VENTAJAS DE LA DIGESTIÓN ANAERÓBICA

**a) Ventajas medioambientales:** reducción en la emisión gases de efecto invernadero, principalmente, metano; freno a la deforestación; eliminación vectores enfermedades, malos olores y elementos tóxicos; protección de recursos hídricos contra la contaminación de las aguas de granjas con elevada demanda química de oxígeno.

**b) Ventajas energéticas:** sustitución de combustibles fósiles para la cocción de alimentos, iluminación, calefacción, operación cortadoras de pastos, mezcladoras de alimento, bombas de riego, generación eléctrica (reducción o eliminación de la factura eléctrica), y por último, la purificación del biogás, hasta convertirlo en biometano para el uso en el sector transporte.

**c) Manejo y operación granjas:** uso y manejo más eficiente del agua; mejores prácticas para el manejo y disposición de los desechos de granjas y fincas ganaderas; aprovechamiento del digestato, efluente resultante del proceso, el cual puede utilizarse como biofertilizante, creando un "círculo virtuoso", especialmente para granjas integradas a parcelas agrícolas.

---

## SITUACION ACTUAL APROVECHAMIENTO BIOGAS EN REPUBLICA DOMINICANA

Con base a lo expresado en los antecedentes, el despegue definitivo de las instalaciones de biogás en granjas y fincas ocurrió a partir del año 2011, mediante la instalación de un biodigestor con capacidad de 1,400 metros cúbicos en una granja porcina en Loma Miranda.

A partir de entonces, con el apoyo de la CNE y al amparo de los incentivos de la Ley 57-07, se ha realizado un total de veinticinco instalaciones, de las cuales veintiuna están en funcionamiento a la fecha.

Según el tipo de instalación, dicho total se desglosa como sigue: dieciséis granjas porcinas, cuatro mataderos y una granja de gallinas ponedoras.

En lo referente a la potencia instalada y aplicación de dichas instalaciones, tenemos un total de 1.86MW instalados, de los

cuales 1.58MW son eléctricos (granjas) y 0.28MW son térmicos (mataderos).

La configuración de las instalaciones eléctricas corresponde a un esquema de autoconsumo sin inyectar a la red, debido a la escala de las mismas con un rango de 0.21MW a 0.335MW.

Por último y no menos importante, con el apoyo económico de la CNE y la colaboración técnica del Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI), se llevó a cabo la instalación de un sistema de biogás en un pequeño hato ganadero ubicado en Guanuma, Monte Plata.

Dicha finca, consistente en un ordeño de unas treinta vacas lecheras, cuenta con un biodigestor de 43 metros cúbicos, cuya producción de biogás alcanza para accionar la cortadora de pasto y una bomba de 11 hp.

---

## PERSPECTIVAS FUTURAS Y RETOS APROVECHAMIENTO ENERGETICO BIOGAS

No obstante el hecho, de no disponer de un levantamiento de las granjas y fincas adecuadas para las instalaciones de aprovechamiento del biogás, los expertos vislumbran un potencial crecimiento a mediano plazo, especialmente para las pequeñas instalaciones.

Dicho crecimiento está vinculado tanto al comportamiento de los precios del petróleo y sus derivados como también al precio de la carne de cerdo, que si bien es cierto que actualmente está por debajo del umbral de la rentabilidad, bien podría experimentar un repunte a partir de abril de 2019. Considerando que la cotización de los combustibles se

realiza con base al dólar norteamericano, el cual acusa una tendencia alcista, entendemos que esto podría mantener la atraktividad de este tipo de proyecto, si se incluyen los incentivos fiscales en la ecuación de costo. Asimismo, pese a la cotización a la baja del barril de crudo, los expertos también vislumbran posibles aumentos a partir del año 2020.

En términos generales entendemos que el mantenimiento de las políticas de incentivos, unido a la concientización de los granjeros sobre los múltiples beneficios de operar este tipo de instalación, bien podría contribuir a la materialización del crecimiento previsto de la actividad en el mediano plazo.

---

### BIBLIOGRAFÍA

- 1- A Short Story of Anaerobic Digestion. Penn State Extension. ([www.extension.psu.edu/a-short-history-of-anaerobic-digestion](http://www.extension.psu.edu/a-short-history-of-anaerobic-digestion))

#### SOBRE EL AUTOR:

Es encargado de la División de Biocombustibles, Comisión Nacional de Energía (CNE).



Catedral Primada de América

## FOTOGRAMETRÍA PARA EDIFICACIONES HISTÓRICAS.

Por: Arq. Máximo Moya Estrella

*La restauración tiene un carácter excepcional, pues no aplica a todas las edificaciones de un país, sino a las de máximo valor cultural. Para edificaciones de menor valor se usarían modalidades de renovación, remodelación y reconstrucción.*

---

## RESTROSPECTIVA

El presente artículo viene a dar seguimiento a la línea de investigación planteada por los artículos que publicamos en los dos primeros números de la renovada Revista del CODIA: la protección del patrimonio cultural arquitectónico y su contribución al desarrollo nacional.

El primero trató de una propuesta creativa para la organización integral sistémica de la protección del patrimonio cultural inmueble dominicano. Esta formulación de gestión, información e intervención puede servir de apoyo para el Reglamento Ordenador del Patrimonio Cultural de la Nación, que actualmente reposa por varios años en el Congreso Nacional.

En el segundo artículo, planteamos los elementos fundamentales que deben ser considerados e investigados antes de afrontar la propuesta de intervención arquitectónica o restauración-conservación de un monumento, con la actualidad teórica, tecnológica y ética, que demanda esta área interdisciplinaria de desempeño para el arquitecto protector del patrimonio cultural inmueble.

Ahora, plantemos, en el presente escrito, el uso de la tecnología de la fotogrametría analítica computarizada para el levantamiento automatizado de las edificaciones históricas y de las edificaciones modernas, para realizar en ellas, respectivamente, su restauración y su remodelación.

---

## RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL ARQUITECTÓNICO

La restauración tiene un carácter excepcional, pues no se aplica a todas las edificaciones de un país, sino a las de máximo valor cultural. Para otras edificaciones de menor valor se usaría las modalidades de renovación, remodelación y reconstrucción.

El primer paso para formular un proyecto de restauración es la investigación del monumento. Esta investigación, multidisciplinaria y exhaustiva, debe ser asumida con toda nuestra capacidad intuitiva como arquitecto y respetuoso de nuestra cultura y considerar a la edificación histórica como un documento cuatridimensional (las tres del espacio más el tiempo que le ha transcurrido) inserta en el ambiente urbano-natural.

El siguiente paso es la propuesta de intervención. Aquí intervienen las modalidades de restauración, individuales o combinadas, que, conjuntamente con nuestra formación-experiencia y nuestra capacidad creativa, nos permiten formular unos criterios de

intervención que son la base para plantear una propuesta o proyecto de intervención o restauración del monumento.

Esta propuesta, con sus planos - documentos técnicos y sistema de información, hecha con toda nuestra capacidad de acción mediada por el pensamiento y nuestra reflexión debe ser presentada y aprobada por las instancias institucionales pertinentes (Dirección Nacional de Patrimonio Monumental, DNPM, del Ministerio de Cultura, Ayuntamiento Local y el Ministerio de Obras Públicas).

La DNPM define el nivel de protección (más institucional que privado) ante el monumento a restaurar.

Dicha propuesta, no importa la modalidad o combinación de modalidades de restauración, debe respetar, éticamente, la esencia de la existencia y del valor que tiene culturalmente el monumento.

Ese aspecto ético viene dado por la aplicación integra de los distintos documentos (Convenios y Cartas) internacionales a la investigación y la propuesta de intervención concreta del monumento a restaurar.

Estos documentos han sido producidos históricamente, por organismos internacionales

que han trabajado y trabajan con las bellas artes - antigüedades, la arquitectura, la cultura, y la restauración de monumentos.

*Hay que considerar a la edificación histórica como un documento cuatridimensional (las tres del espacio más el tiempo que le ha transcurrido) inserta en el ambiente urbano-natural.*

Los principales son: 1- Carta de Atenas (1931), 2- Carta del Restauo (Roma, 1931), 3- Convención para la protección de los bienes culturales en caso de conflicto armado, (1954), 4- carta internacional sobre la conservación y la restauración de monumentos y de conjuntos histórico-artísticos (1964 - Carta de Venecia – ICOMOS), 5- Normas de Quito (1967), 6- Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (UNESCO, 1972), 7- Carta internacional para la conservación de ciudades históricas y áreas urbanas históricas (Washington, 1987), 8- Documento de Nara sobre la Autenticidad, 1994, 9- Declaración de Xi'an sobre la conservación del entorno de las estructuras, sitios y áreas patrimoniales (XI'AN, Octubre 2005)

Hasta aquí abarca el proceso de formulación del proyecto. Para llevarlo a feliz término se debe emprender el proceso de intervención física (más privado que institucional), en la estructura de la obra construida, con un grandísimo uso de la acción mediada por el pensamiento, que debe ser mucho mayor que respecto al diseño arquitectónico de una obra nueva. A este proceso de intervención física le sigue en paralelo un proceso de control por parte de la DNPM.

Todo lo anterior se refiere a la esencia de la formulación, la ejecución y al control de un proyecto de restauración para una edificación histórica que sea parte del patrimonio cultural de República Dominicana, atendiendo a nuestras leyes, los convenios internacionales y el código de ética para el ejercicio de la intervención física de dicha edificación.

## LEVANTAMIENTO AUTOMATIZADO DE LAS EDIFICACIONES HISTÓRICAS: FOTOGRAMETRÍA CON APLICACIONES DIGITALES:

Visto el necesario resumen anterior, se presentará los elementos básicos del levantamiento automatizado de las edificaciones históricas. Este, actualmente, se enmarca en la existencia de distintas opciones tecnológica para satisfacer la creciente necesidad del uso rápido y ampliado de procesos tridimensionales en la sociedad actual: realidad virtual, impresión 3D, realidad aumentada y el registro energético 3D.

En este último, están los escáneres 3D y los registradores de ondas infrarrojas, como el Microsoft Kinect. Sin embargo, estos tienden a ser muy costosos. La alternativa más económica es la fotogrametría computarizada con aplicaciones digitales. La única condición, como parte de su cualidad de ser una tecnología de última generación para construir modelos de objetos tridimensionales, es que la secuencia fotográfica haya por lo menos un punto común de una misma parte de un cuerpo en cada dos imágenes y que las fotos sean registradas lo más de frente posible, alrededor, de los 360 grados, de ser posible, que expone el cuerpo a su entorno.

Este proceso requiere de un poderoso computador o de gran paciencia del usuario que utilice un computador no poderoso.

El uso de la tecnología de la fotogrametría analítica computarizada con aplicaciones digitales para el levantamiento automatizado de las edificaciones, puede ser una parte muy importante para mejorar y hacer más rápida la investigación multidisciplinaria (arqueológica, antropológica, histórica, arquitectónica, biofísicoquímica y ambiental), previa a toda formulación y ejecución de un proyecto de restauración de un bien cultural construido (arquitectónico, civil, militar o arqueológico).

Así, contribuye a formular, más eficientemente, las respuestas a esta pregunta básica del proceso de protección de los bienes culturales inmuebles:

### ¿Qué parte vamos a conservar de la edificación histórica?

Como ya expusimos en artículos anteriores, responderemos, genéricamente, pero es la investigación exhaustiva, multidisciplinaria y con acción inmediata la que dará las respuestas concretas y lo más objetivamente posible:

1. La que tenga buena potencialidad de uso.
2. La que tenga mucho valor.
3. La que esté en buen estado.

Dentro de la fotogrametría analítica mediante aplicaciones digitales hay muchos productos que ofrecen el mercado. Entre ellos están Remake de Autodesk, compañía de Estados Unidos, Photoscan de Agisoft, empresa rusa, Capturing Reality de la Universidad de Comeniana, ubicada en la República de Eslovaquia, y Pix4D de EPFL de Suiza

Photoscan es la aplicación más antigua y la más estable para ser usada en computadores de distintos desempeños. Tiene una interfaz, un poco intrincada para los usuarios nuevos. Más adelante, se expondrá más sobre ella.

Remake es gratis para uso educativo. Pero para uso comercial es de alto costo, pero no tiene el control preciso de los distintos parámetros de Photoscan, aunque si posee un conjunto asociado de aplicaciones para el diseño integral y la impresión 3D, tales como Meshmixer, ReCap, 123D Design, entre otras, que no tiene la Agisoft.

Capturin Reality está en version beta, su interfaz es poco atractiva visualmente, es más rápida que Photoscan, ofrece modelos mucho más limpios que Photoscan, pero es la más costosa de todas. Por su parte, Pix4D está diseñada específicamente para drones.

## LA OPCIÓN MÁS FACTIBLE: AGISOFT PHOTOSCAN:

Sin embargo, considero por nuestra experiencia, que Agisoft PhotoScan es la mejor opción (costo-beneficio) para el levantamiento fotogramétrico de las edificaciones. Es una avanzada aplicación para generar modelos 3D a partir de fotografías de foco amplio o de foco cercano. O sea, imágenes panorámicas de grandes cuerpos como las edificaciones o las extensiones de terreno en donde están las mismas o imágenes de cuerpos pequeños como esculturas, bancos, animales, plantas u otros.

Se puede usar tanto en fotos tomadas a mano como con trípode como drones. Además, este programa puede ser utilizado, además de la restauración, en la arqueología, en museos y en proyectos de conservación.

Photoscan tiene dos formatos: Professional Edition y Standard Edition. Aunque puede ser usado con un costo menor para fines educativos.

## PROCESO DE TRABAJO PARA LA FOTOGRAMETRÍA ANALÍTICA CON APLICACIONES DIGITALES

Equipo utilizado;

Lo podemos hacer mediante un equipo formado por una cámara SLR (o cualquier cámara: en el presente caso usamos un Ipad 2), una aplicación digital que puede hacer modelos 3D a partir de fotos (en este ejemplo se usó Agisoft Photoscan Standard Edition 1.3.1) y una laptop Asus d550ca bh31 de 6 GB DDR3 de memoria ram y procesador Intel Core i3-3217U.

Para un mejor desempeño se debe tener un computador con estas especificaciones:

- A) CPU:** Octa-core or hexa-core Intel Core i7 CPU,
- B) RAM:** DDR4-2133 or DDR3-1600 de 64 GB o más,
- C) Tarjeta gráfica, GPU:** Nvidia GeForce GTX 980 Ti, GeForce GTX 1080 o GeForce TITAN X.

## PLANIFICACIÓN Y CONSIDERACIONES PREVIAS

Sin embargo, considero por nuestra experiencia, que Agisoft PhotoScan es la mejor opción (costo-beneficio) para el levantamiento fotogramétrico de las edificaciones. Es una avanzada aplicación para generar modelos 3D a partir de fotografías de foco amplio o de foco cercano.

O sea, imágenes panorámicas de grandes cuerpos como las edificaciones o las extensiones de terreno en donde están las mismas o imágenes de cuerpos pequeños como esculturas, bancos, animales, plantas u otros. Se puede usar tanto en fotos tomadas a mano como con trípode como drones.

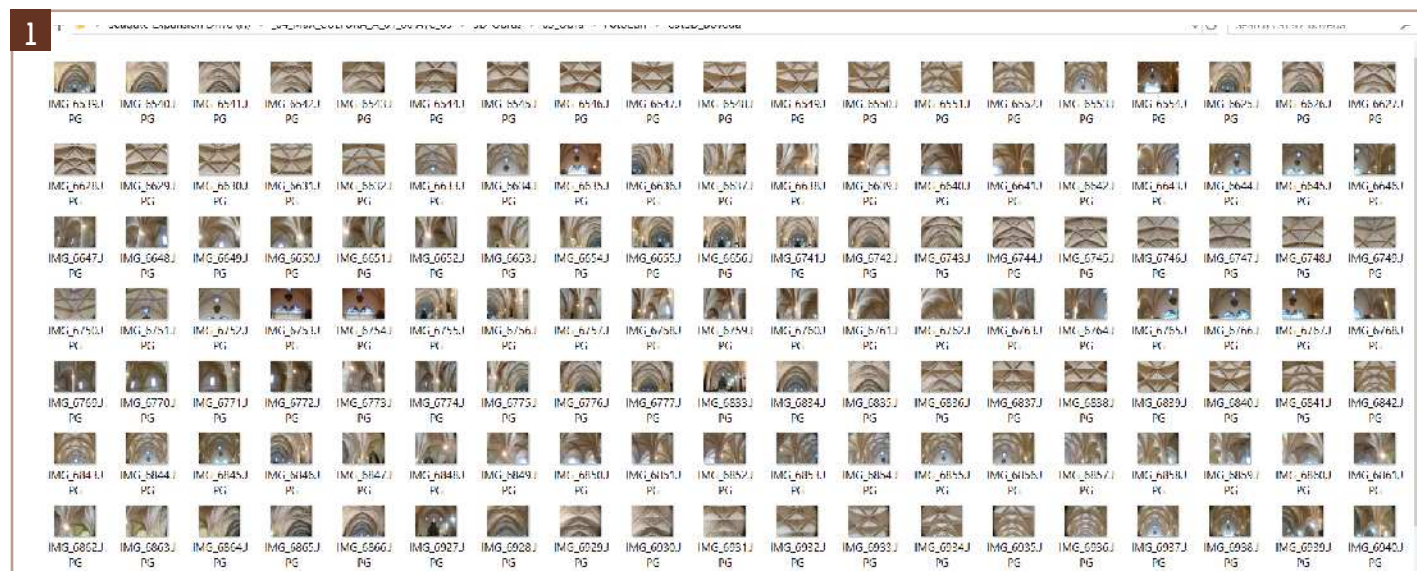


Imagen 1. Mosaico de parte de las 250 imágenes registradas

Además, este programa puede ser utilizado, además de la restauración, en la arqueología, en museos y en proyectos de conservación.

Photoscan tiene dos formatos: Professional Edition y Standard Edition. Aunque puede ser usado con un costo menor para fines educativos.

**Trabajo de Gabinete:** El proceso en gabinete lo dividimos en dos fases claramente diferenciadas.

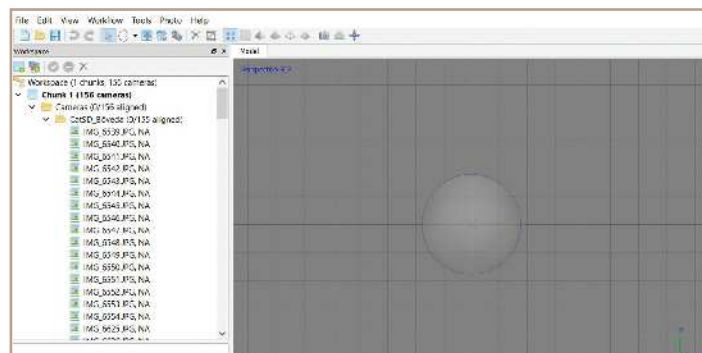
**Generación del Modelo:** Este proceso consiste en la generación de la información de altura (cota) a partir de la información de triangulación llevada a cabo por softwares especializados.

Existen distintas alternativas en el mercado entre las que encontramos:

- Pix4D
- Agisoft PhotoScan
- RealityCapture
- Autodesk ReMake
- RealityCapture V1.0 BETA

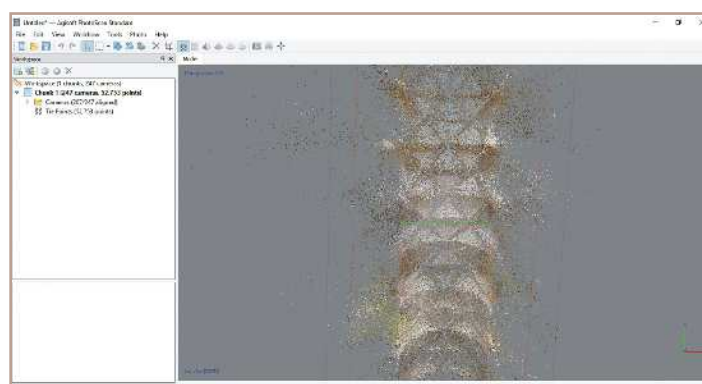
Hay que tener pendiente, que la mejor relación costo-beneficio la ofrece Agisoft PhotoScan. Sin embargo, para cualquiera de las opciones los pasos serán similares a estos:

## 1. Insertar las fotografías registradas en la visita al lugar



## 2. Alineación de las fotografías

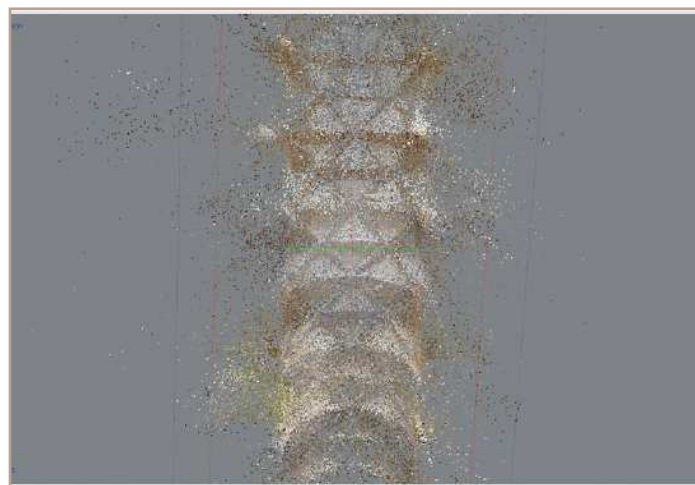
Se buscan Tie Points o puntos comunes en, al menos, cada par de fotos consecutivas, para establecer la posición de los cuerpos representados en el conjunto total de fotografías.



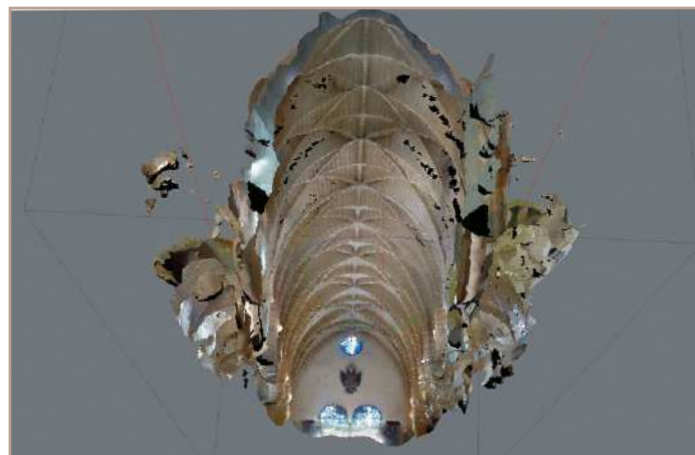
## 3. Generación de la nube de puntos densa:

Paso más largo del proceso: calcula la cota o altura de cada pixel de entrada. La calidad del trabajo depende de la resolución con la que fue registrada cada foto.

## 4. Generación de la malla superficial



## 5. Generación de la textura sobre la malla

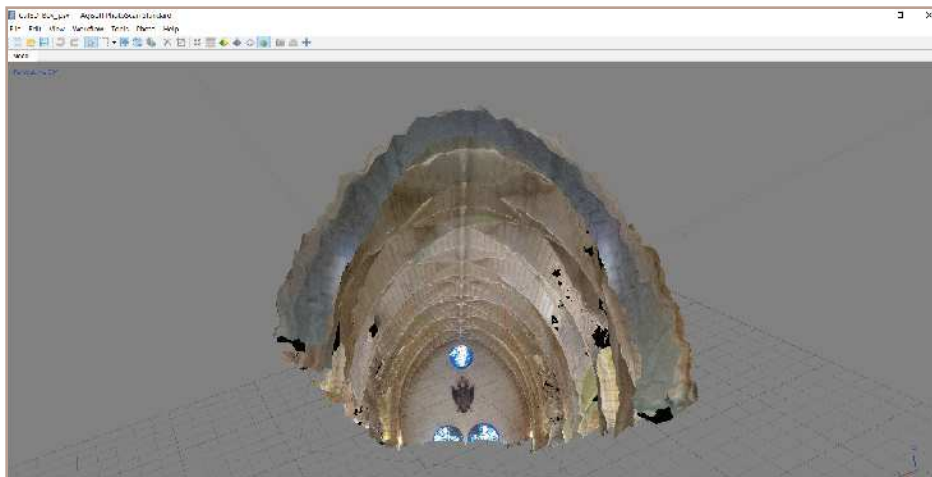


## FOTOS DEL MODELO RESULTANTE:

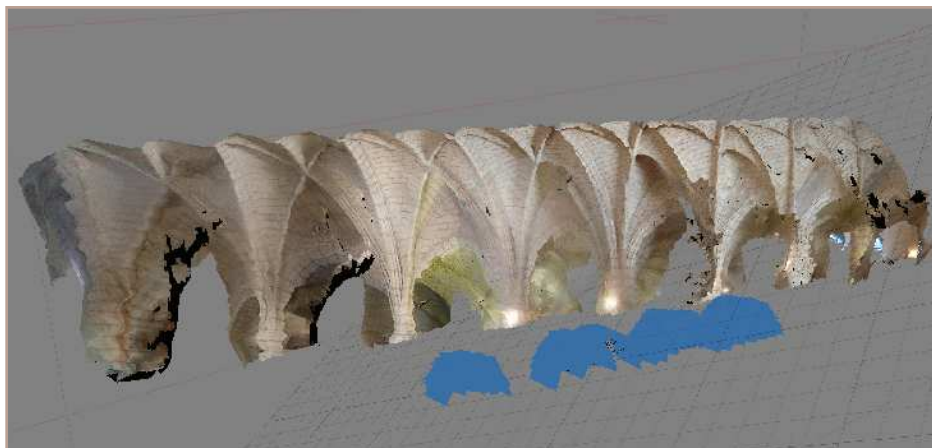
Al modelo siguiente le hace falta tratarlo con programas que permiten la limpieza de remanentes no deseados, de hoyos en la malla superficial, de falla en el color y de otras irregularidades. Algunos de esos programas son Meshmixer de Autodesk y MeshLab de código abierto. Pero, eso no se tratará en este artículo.

Este modelo se puede integrar en Sistema de Información del Edificio (BIM: Building Information Management, por sus siglas en inglés). Tampoco se trata esto en el presente escrito.

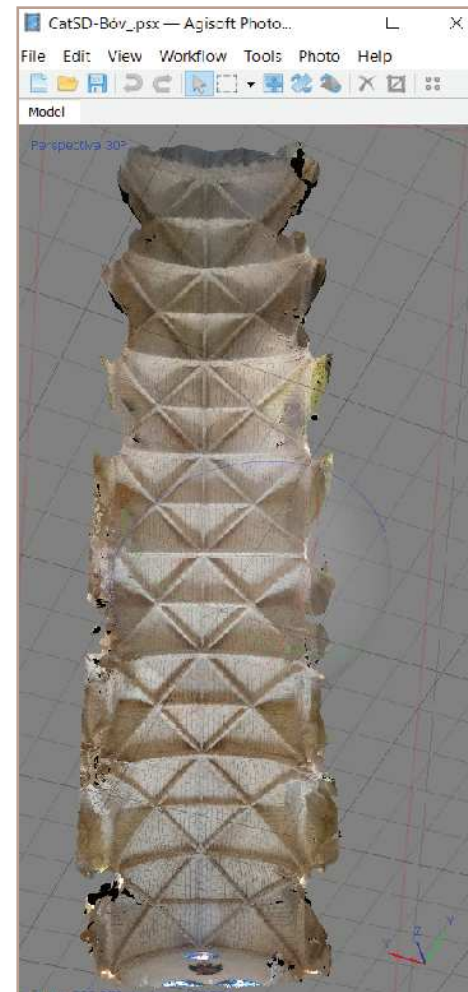
Para finalizar, se muestran diversas fotos, en distintas perspectivas, del modelo resultante:



Limpieza preliminar con el programa.



Puntos de vista de las fotos hechas para elaborar el modelo 3D.



Vista inferior ortográfica.

## ENLACES

[www.remake.autodesk.com/resources](http://www.remake.autodesk.com/resources)

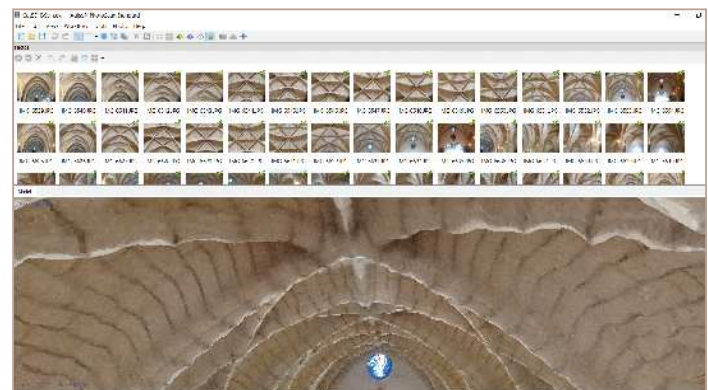
[www.droning.es/2015/09/29/topografia-y-fotogrametria-con-dron-ala-fija-precisiones-y-proceso/](http://www.droning.es/2015/09/29/topografia-y-fotogrametria-con-dron-ala-fija-precisiones-y-proceso/)

[www.agisoft.com/features/standard-edition](http://www.agisoft.com/features/standard-edition)

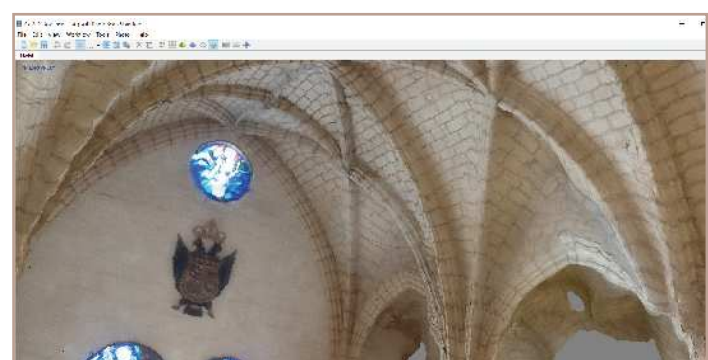
[www.tridentestudio.com](http://www.tridentestudio.com)

### SOBRE EL AUTOR:

Es arquitecto, artista plástico e innovador cultural (desarrollo cultural, protector del patrimonio y servicio de aprendizajes).



Modelo con textura y parte de las fotos que lo originaron



Vista hacia el Atrio con el Escudo Bicéfalo Imperial.