

# Teoría y praxis desde la ética medioambiental para la producción de laminados y aglomerados de bambú guadua, proyecto desde la trilogía conexas: Academia – Estado - Socio Estratégico.

José Luis Reque Campero<sup>(1)</sup>

---

**Resumen:** Los procesos de innovación industrial en Bolivia no terminan por percibir las cualidades que como material tiene el bambú, ni tampoco ajustan tecnologías a la nueva realidad socioeconómica-productiva y ambiental del país. Un escenario de investigación de BOLBAMBU-IAACH sobre materiales compuestos (laminados y aglomerados), a partir del bambú del Género Guadua, crea una importante base de datos y en la praxis de la economía circular, prototipos experimentales de madera procesada de bambú, detectando ventajas asociadas a los sistemas socioeconómicos y ambientales. El Proyecto fomenta hoy la inter y transdisciplinariedad, proponiendo durante los tres subsiguientes años, una metodología basada en la ética-medioambiental, plasmando la manufactura industrializada de este recurso desde la trilogía conexas: Universidad-Estado-Socio Estratégico. Se espera sustituir las importaciones, profundizando el Modelo de Desarrollo Económico Social-Comunitario, posicionando desde la Ley de la Madre Tierra y el Vivir Bien, una nueva agenda tecnológica.

**Palabras clave:** Bambú Guadua - producción - laminados - aglomerados.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 198]

---

<sup>(1)</sup> Licenciado en Arquitectura (Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat, Universidad Mayor de San Simón, Bolivia). Investigador del Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Ciencias del Hábitat, IAACH, Proyecto BOLBAMBU <https://www.iiach.org/>

## Cuerpo del ensayo

El Proyecto BOLBAMBU, del Instituto de Investigaciones de Arquitectura (<https://www.iiach.org/>), como centro de investigación multidisciplinar, presenta la inicial construcción de la base teórico-conceptual de un proyecto sobre laminados y aglomerados de bambú Guadua, preparado a diseño final para los denominados Proyectos Inducidos, definidos

en la Convocatoria de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (DICyT); de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) ([http://www.dicyt.umss.edu.bo/documentacion/convocatoria2021/2021\\_convocatoria\\_proyectos.pdf](http://www.dicyt.umss.edu.bo/documentacion/convocatoria2021/2021_convocatoria_proyectos.pdf)).

La teoría y praxis del proyecto muestra el potencial del bambú como recurso forestal, estableciendo lineamientos sobre principios y valores desde la Ética Medioambiental, en la apuesta por reparar el axioma clave entre biósfera y tecnología. Los materiales han permitido el avance de la humanidad desde inmemoriales épocas, de hecho, las edades del hombre llevan el nombre de aquel material dominante de la época: la Edad de Piedra, la Edad del Cobre, del Hierro, etc. En este marco, debemos recalcar la importancia del bambú. En una época inicial, simples estructuras de sostén erigidas con maderas y bambúes a modo de precarias y eventuales infraestructuras para cobijo y reproducción de actividades básicas.

Con el devenir del tiempo y técnicas perfeccionadas, el bambú adquiere una naciente jerarquía en la Edad de Acero, transformándose bajo la manufactura de muchos productos, presentando un renovado fortalecimiento y consolidándose proyectualmente en la Edad Molecular con una diversidad de materiales compuestos, cualidades que caracterizan hoy al bambú como la nueva madera de este siglo.

Así, en el contexto mundial existe una amplia gama de productos, desde artesanales, hasta complejos sistemas estructurales y una industria diversificada de alto nivel, que produce más de 4.500 productos documentados -logro difícilmente superado por otros materiales-, proyectando cada vez con más fuerza la promoción y difusión de productos y viviendas de bambú en al menos un séptimo de la población mundial (Reque, 2016). Esta es la forma en que el bambú interactúa con el mundo globalizado.

En este acontecer, el consumo de los recursos naturales todavía se da en la lógica del crecimiento ilimitado; sin embargo, cada vez hay más conciencia mundial de que los límites existen, muchas veces son frágiles y peligrosamente nos estamos acercando a algunos de ellos.

El desarrollo industrial capitalista por tiempo indefinido, es insostenible debido al cambio climático y a la concepción de la naturaleza como simple recurso. Así como la termodinámica limita la eficiencia y rendimiento de un motor, la sobredimensionada explotación de los recursos, junto al desproporcional crecimiento, se ven restringidos por la bio-capacidad del planeta. En este desalentador panorama, el calentamiento global, producido por el exceso de CO<sub>2</sub>, es posible afrontarlo reciclando este gas en lugar de solo reducir sus emisiones; es lo que ha propuesto el científico Eiichi Negishi, Premio Nobel de Química el año 2010. Para ello, según ha destacado, es preciso dar con el método para que la catálisis sea “rentable económicamente”; si bien hasta ahora la comunidad científica no ha logrado este primordial objetivo, reciclar el dióxido de carbono representa un gran problema para la humanidad. Paradójicamente, en la naturaleza y sus extensos bosques, por millones de años, este proceso basado en la fotosíntesis se produce constantemente, donde el bambú desempeña un rol preponderantemente diferenciado (Xin-Guang Zhu, et al., 2007).

Se trata entonces de programar medidas de combate y mitigación basadas en este accionar fundamental de la naturaleza, antes que la mera adaptación al cambio climático como comúnmente suele plantearse. Con todo el adelanto que hoy dispone la ciencia, la economía no incorpora todos los aspectos que la naturaleza hace por nosotros, por lo que resulta primordial que comience a “descubrir” los principios y fundamentos de la indudable y

“alta tecnología verde” que implementa, tal el caso del bambú y sus extraordinarias cualidades como sumidero de carbono. ¿Cuánto costaría –por ejemplo-, retirar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y devolverle el oxígeno a nuestro planeta, si consideramos que todas las plantas hacen ese trabajo por prácticamente nada?

Es posible hacer un cálculo sobre lo que nos costaría reemplazar a la naturaleza gracias a diversos estudios (Costanza et al., 1997) los cuales, desarrollando metodologías para ponerle valor a la naturaleza, establecieron precios a la economía ambiental y sus servicios eco-sistémicos, para que a partir de ello, con esfuerzos y responsabilidades compartidas, los responsables políticos y las empresas tengan más probabilidades de conservar la naturaleza entendiendo su valor y comprendiendo cuánto afectaría perder el activo más valioso de la humanidad. En el año 1.997 se estimó que costaría 35 billones de dólares al año hacer lo que la naturaleza hace por nosotros, por nada. La suma de las economías anuales de todos los países del mundo ese año llegó a 18 billones de dólares, resultado: la naturaleza hacía el doble de trabajo que todas las economías del mundo. Lo absurdo de todo esto es que, para algunos estudiosos de la economía convencional, esto no es parte de la ecuación. Adentrándonos en la temática en cuestión, se entiende por Ética Medioambiental, aquellos principios, deberes y responsabilidades para con los sistemas de vida como unidades conexas y funcionales. Trata de consideraciones fundamentales para la toma de decisiones ambientales bajo exhaustivas indagaciones capaces de establecer políticas. La investigación: *La ética de la Tierra* (Peralta, 2014), impulsa esta corriente criticando el antropocentrismo de la trilogía: tecnología, materialismo y consumo. Según esta visión, no existe entendimiento ni razón ética entre el hombre dominador y la naturaleza dominada: “La ética de la Tierra se construye a partir de la naturaleza, no del hombre. El sujeto moral es ahora el ser ecológico y las leyes morales son dictadas por otras leyes, las naturales”. Y prosiguiendo: “Debemos examinar cada cuestión en términos de lo que es correcto en los aspectos ético y estético, además de que sea económicamente productivo.” En esta corriente, la Teoría de Enfoque Múltiple (Lecaros, 2013), considera tres principios para el abordaje a la Ética Medioambiental: Principio de Responsabilidad, Principio de Justicia Ecológica, y Principio Estratégico.

## Principio de Responsabilidad

En el cuidado del ser vulnerable (generaciones humanas actuales y futuras, en correlación a la biodiversidad planetaria).

Los enormes desafíos que plantea el cambio climático han influido en diversas áreas de la arquitectura y la construcción, que buscan sensibilizarse reduciendo su huella en el medioambiente. Se investigan nuevos procesos para el cambio de los actuales materiales de tipo convencional, por otros con menor consumo energético, modos de uso y en lo posible, manejables dentro la economía circular. Este campo todavía poco explorado, inevitablemente se dirige hacia los materiales sustentables, lo que pretende reducir un enorme problema sobre la ingente cantidad de residuos generados por la construcción, de los que todavía no

se ha implementado un correcto manejo hacia su reutilización o reciclaje. Por ejemplo, para diversos ítems de la construcción, China basa la producción y manufactura del bambú en 28 Normas y más de 80 estándares industriales (INBAR, 2019), hoy la oferta está sustentada por un sinfín de productos, en cuyas disposiciones técnicas debe enmarcarse la sociedad y la industria, y con reducido impacto en el medioambiente, como en el presente caso, donde se debe prever la sustitución de importaciones de laminados y aglomerados, incentivando procesos sostenibles para la cadena productiva del bambú, lo que permitirá generar más oxígeno, mostrando eficiencia como ninguna otra planta al ser el más alto sumidero de CO<sub>2</sub> y como un aporte más hacia la modernización del aparato productivo estatal con productos de carbono neutro, generando empleo y distribución equitativa de ingresos y utilidades, según políticas sociales y el desempeño del nuevo rol estatal.

## Principio de Justicia Ecológica

En sus tres variantes complementarias: Justicia Global (desigualdades socioeconómicas); Justicia Interespecífica (principio de hospitalidad biosférica para con los otros seres vivos) y Justicia Intergeneracional para generaciones futuras.

**Justicia Global:** Una industria éticamente en concordancia con buenas prácticas económicas, junto al reconocimiento del Territorio Indígena Originario (TCO) de la Comunidad *Yuracaré*, como sujetos plenos, garantizando sus derechos de subsistencia mediante un comercio justo (Plaza, 2011), como la compensación de daños ecológicos bajo el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas. El TCO *Yuracaré* garantizará su conservación, generando al mismo tiempo, riqueza y empleo en una crisis económico-social también causada por desigualdades socio-ecológicas.

**Justicia Interespecífica:** La *Eco-Eficiencia* o el *Análisis de Ciclo de Vida*, ACV para el análisis de aspectos técnicos, como modelos ideales para crear bienes y servicios con menores recursos y orientados a una menor cantidad de residuos y, por lo tanto, menor polución hacia el medioambiente. Todas las etapas de la cadena productiva, intrínsecamente relacionadas e influyentes unas entre otras, sin la apropiación en desigualdad de condiciones de los sistemas de vida compartidos.

**Justicia Intergeneracional:** La apuesta con responsabilidad por las generaciones futuras, condicionando tres principios conexos a ser construidos en el transcurso del proyecto desde su práctica operativa: principio de conservación de opciones, principio de conservación de la calidad del planeta y principio de conservación de acceso al legado de las generaciones pasadas.

## Principio Estratégico

Concepto ético-político de ciudadanía ecológica en una sociedad global.

Diversos estudios e investigaciones desde la teoría y praxis desarrolladas en el IIACH, suman esfuerzos y capacidades, que finalmente contribuyen a dar el salto tecnológico en la industria de materiales compuestos de bambú, superando ciertas etapas en las que en un escenario Latinoamericano, no terminan de despegar, trabándose en una todavía incipiente “economía de la industrialización”, en la que se encuentra este procedimiento y en una gran mayoría de los casos, sin culminar todavía la etapa referida a la economía de los materiales, donde el bambú aún es comercializado con poco valor agregado, con muy poca promoción desde la economía y la mercadotecnia, y donde el aporte del diseño industrial no se percibe en su real dimensión, mostrando productos cuya calidad aún es cuestionable.

Por otra parte, una sumatoria de problemas de orden local (persistente pandemia del Covid 19, contaminación, conflictos sociales, migraciones internas, etc); ha logrado establecer en el común de la gente diferencias circunstanciales al comenzar a trazar su propio camino luego de sopesar estas “tragedias de los comunes” dentro decisiones individuales que, en el caso de los recursos naturales, llevan a su sobreexplotación, sin tomar en cuenta los efectos que conlleva sobre los sistemas de vida. Esta realidad sirve para analizar desde la ecología política, otros muchos contextos viendo la sostenibilidad del recurso bambú en territorio *Yuracaré*.

A sí mismo, el IIACH, además de establecer roles para cada participante del proyecto, considera aspectos éticos y buenas prácticas científicas, con los siguientes e iniciales indicadores; a saber:

**Estado:** Como el más importante inversor y gestor del proyecto, impulsando la industrialización con materia prima local para la sustitución de importaciones y la diversificación de la economía estatal con una empresa pública bi-nacional de laminados y aglomerados.

- Compromiso de confidencialidad, principio de responsabilidad.
- El capital natural, como primera preocupación.
- Aplica desde la multidisciplina, Principios de la Declaración Universal sobre Bioética.

**UMSS:** El IIACH, como centro de investigación multidisciplinar, investiga las posibilidades tecnológicas del bambú del Género *Guadua* y su manufactura industrial. La UMSS, dentro su mandato de formación, investigación e interacción, y su próxima Carrera de Diseño Industrial, planifica un plan de acción con el estado y el medio social.

- Políticas y normas bioéticas para la silvicultura sostenible del bambú del Género *Guadua*
- Respectives responsabilidades por las consecuencias derivadas de la investigación.
- Enfoque preventivo basado en el *principio de precaución* (búsqueda de tecnologías alternativas sin riesgo para la biósfera, haciendo más con menos energía y materia prima).
- Protocolos a establecerse en la creación de la Carrera de Diseño Industrial, a saber: a) Resistencia de materiales; b) Ciencia de los materiales y el medio ambiente; c) Elementos

de máquinas y tecnologías mecánicas; d) Procesos de producción manufacturera. Materias en las que se espera el protagonismo del bambú (Norma ISO 22156:2004 *Bamboo - Structural Design*. Norma ISO/22157-1:2004 *Bamboo - Determination of physical and mechanical properties - Part 1: Requirements*. Norma ISO/22157-2:2004 *Bamboo - Determination of physical and mechanical properties - Part 2: Laboratory manual*. Norma Técnica Colombiana NTC 5301, etc).

**Territorio Comunitario de Origen, TCO Yuracaré:** Que reclama al Estado mayor cooperación en su inclusión, desarrollo y bienestar, explotando en su TCO un bosque de bambú bajo silvicultura sostenible.

- Adecuados procedimientos de consentimiento y confidencialidad.
- Profundizar estudios de intervención.
- Evitar conflictos de intereses.
- Lograr que los beneficios sean sustancialmente mayores a los riesgos.

**Fuerza Naval:** Institución militar que requiere darle mayor valor agregado a sus navíos pluviales como sistemas de carga, y donde su personal requiere capacitación en otros diversos ámbitos.

- Optimización de rendimientos y eficiencia energética para bajar emisiones.
- Asegurar la sostenibilidad medioambiental en la provisión de los servicios de transporte fluvial.

**Socio estratégico:** Empresa dispuesta a realizar transferencia tecnológica y oferta de productos en el mercado global.

- Transferencia tecnológica y diálogo de saberes.
- Enfoque técnico y de gestión con afectación fiscalizada sobre los sistemas de vida.

## Conclusiones y Recomendaciones

El proyecto orienta su accionar a la caracterización del bambú del Género *Guadua* en el contexto técnico (Reque, 2007), en el área ambiental (Reque, 2011), como en la eficiencia energética (Reque, 2013). En el presente caso, en la interiorización y aplicación de principios éticos medioambientales orientados a la gestión sostenible de este recurso forestal no maderable, extraordinariamente renovable.

Con el fin de preservar el aprovechamiento de la *Guadua* en función de sus más importantes bio-valores, su cadena productiva en laminados y aglomerados industrializados (Reque, 2015), se insertará en el ecosistema físico de la comunidad indígena *Yuracaré*, etnia asentada en el área tropical del Departamento de Cochabamba, en el denominado

*Territorio Comunitario de Origen* (TCO Yuracaré), que consta de 2.500 km<sup>2</sup> (250.000 ha) de extensión territorial, definido por un bosque tropical húmedo y de sabana, donde se operativizará de forma eficiente la gestión de los sistemas de vida y principios y derechos de la *Madre Tierra* (Ley N° 300, 2012) en un territorio indígena que presenta un proceso especial y *coevolutivo*, con rasgos de una economía plural.

Proyecto definido dentro un modelo en transición de una economía capitalista y productiva a una economía ecológica orientada al paradigma que se construye con entusiasmo desde el Estado: el *Vivir Bien*, como alternativa de progreso a partir de considerar la cosmo-vivencia de los pueblos indígenas y su inserción en la economía política del desarrollo (SciELO, 2019) y donde a través de la diversificación de la economía, se posibilita la ampliación de la política social redistributiva de los excedentes económicos, esta vez con la conformación de una empresa pública y estratégica binacional, para la producción industrializada de materiales compuestos usando el bambú Guadua. Para alcanzar este fin, se prevé, además de la participación estatal y de la TCO *Yuracaré*, la contribución de otras instancias supra estatales, como la Universidad Mayor de San Simón y la Fuerza Naval, así mismo valorando de sobre manera la participación de una empresa externa (asiática) con amplia experiencia en el rubro manufacturero propuesto, dispuesta a realizar transferencia tecnológica, recuperando el enfoque de los sistemas de vida, bajo *diálogos de saberes* capaces de establecer propuestas concertadas de políticas y lineamientos con la comunidad indígena *Yuracaré* y demás participantes.

La amplitud filosófica del tema invita a observar, asimilar y reflexionar otros enfoques de la ética ambiental y su relación con la puesta en valor de una amplia bio-oferta, dispuesta con plenitud en el área tropical de Cochabamba y otra multitud de zonas geográficas y contextos sociales, de la extensa territorialidad boliviana.

## Referencias Bibliográficas

- Xin-Guang Zhu, Stephen P. Long and Donald R. Ort. "What is the maximum efficiency with which photosynthesis can convert solar energy into biomass?", 2007. ELSEVIER, 2007. Disponible en URL: <http://naldc.nal.usda.gov/download/36097/PDF>.
- R. Costanza, "Sostenibilidad ambiental y complejidad social: ¿Dos caras de la misma moneda?". Disponible en URL: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/3886/Sostenibilidad%20ambiental%20y%20complejidad%20social.pdf?sequence=1>
- Reque J.L. (2016) *El bambú Guadua como nuevo material entre el cambio climático, la energía y el CO<sub>2</sub>*. Ponencia, 6to. Congreso Internacional de Metalurgia y Ciencias de Materiales. La Paz, Bolivia. Disponible en URL: [http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2078-55932016000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2078-55932016000200006&lng=es&nrm=iso)
- Peralta A.G. (2014) *La ética de la Tierra de Aldo Leopold: Antecedentes y Perspectivas*. Tesis. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México DF. Acceso en URL: <http://132.248.9.195/ptd2014/enero/0707730/0707730.pdf>

- Lecaros J.A. (2013) *La ética medioambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global*. Centro de Bioética, Facultad de Medicina, Universidad del Desarrollo, Chile. Acta bioethica, versión On-line ISSN 1726-569X. Acceso en URL: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-569X2013000200002](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2013000200002)
- International Network for Bamboo and Rattan, INBAR (2019) *Bambú y Economía Circular*. Acceso en URL: <https://www.inbar.int/bamboo-in-the-circular-economy/>
- Plaza P. (2011) *Historia, lengua y educación en la nación Yuracaré*. FUNPROEIB Andes y CEPY-UMSS. ISBN: 978-99954-834-0-1. Cochabamba, Bolivia.
- Reque J. L. (2007) *Innovaciones Tecno Constructivas. El bambú Guadua en Bolivia, el salto tecnológico en estructuras livianas*. UMSS/Convenio ASDI-SAREC, ISBN: 84-8370-362-2. Cochabamba, Bolivia.
- Reque J. L. (2011) *A propósito del cambio climático y el CO2: una hipótesis para el bambú Guadua desde la termodinámica y fundamentada en la percepción cognoscitiva y Gaia*. Programa de Doctorado en Energía y Desarrollo, UMSS-USP, Cochabamba, Bolivia (Trabajo inédito).
- Reque J. L. (2013) *Bambú y Eco-Ideas para la energía y la innovación. Ponencia, 6to. Congreso Internacional de Gas & Energía, Santa Cruz, Bolivia*. (Investigación premiada por la Cámara Boliviana de Hidrocarburos, CBH.)
- Reque J. L. (2015) *Modelos y lineamientos para una Eco-auditoria de laminados de bambú Guadua en la Cuenca Mamoré - Ichilo*. BOLBAMBU-IIACH-UMSS, Cochabamba, Bolivia (Trabajo inédito).
- Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia. Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, 2012*. Acceso en URL: <http://www.planificacion.gob.bo/uploads/marcolegal/Ley%20N%C2%B0%20300%20MARCO%20DE%20LA%20MADRE%20TIER RA.pdf>
- Latinoamérica. *Revista de estudios Latinoamericanos*. Scielo, 2019. Buen vivir y vivir bien: alternativas al desarrollo en Latinoamérica. Acceso en URL: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-85742019000200071](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-85742019000200071)

---

**Abstract:** The processes of industrial innovation in Bolivia do not end up perceiving the qualities that bamboo has as a material, nor do they adjust technologies to the new socio-economic-productive and environmental reality of the country. A BOLBAMBU-IAACH research scenario on composite materials (laminates and agglomerates), from bamboo of the Guadua Genus, creates an important database and in the praxis of the circular economy, experimental prototypes of processed bamboo wood, detecting advantages associated with socioeconomic and environmental systems. The Project today promotes inter and transdisciplinarity, proposing during the three subsequent years, a methodology based on environmental-ethics, shaping the industrialized manufacturing of this resource from the related trilogy: University-State-Strategic Partner. It is expected to replace imports, deepening the Social-Community Economic Development Model, positioning from the Law of Mother Earth and Living Well, a new technological agenda.



**Keywords:** Bamboo Guadua - production - laminates - agglomerates.

**Resumo:** Os processos de inovação industrial na Bolívia acabam não percebendo as qualidades que o bambu tem como material, nem ajustam as tecnologias à nova realidade socioeconômico-produtiva e ambiental do país. Um cenário de pesquisa do BOLBAMBU-IAACH sobre materiais compósitos (laminados e aglomerados), a partir de bambu do Género Guadua, cria um importante banco de dados e na práxis da economia circular, protótipos experimentais de madeira processada de bambu, detectando vantagens associadas a sistemas socioeconômicos e ambientais. O Projeto hoje promove a inter e a transdisciplinaridade, propondo nos três anos subsequentes, uma metodologia baseada na ética-ambiental, moldando a fabricação industrializada deste recurso da trilogia relacionada: Universidade-Estado-Parceiro Estratégico. Espera-se substituir as importações, aprofundando o Modelo de Desenvolvimento Econômico Social-Comunitário, posicionando a partir da Lei da Mãe Terra e do Viver Bem, uma nova agenda tecnológica.

**Palavras chave:** Bambu Guadua - produção - laminados - aglomerados.

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por su autor]

---