

Modelo Green Lean Sigma para la Administración de proyectos de construcción carretera.

Por: Néstor Enrique Murillo Muñoz.

RESUMEN

El sector de la construcción se encuentra en una coyuntura histórica, bajo un entorno global de recesión, condiciones que modifican conductas y aspiraciones. La realidad es que la industria de la construcción es el reflejo de la economía del país. Un país con una población angustiada por el futuro incierto, el dólar por las nubes y el petróleo en el suelo.

Así que hay dos opciones; esperar una solución al problema o participar en la solución. Se deben atender los retos actuales, lograr un enfoque más productivo, conocer el contexto cambiante de las organizaciones y las necesidades competitivas del entorno.

La industria de infraestructura vial, una industria sensible a cualquier mejora se encuentra en la necesidad de maximizar el valor y minimizar pérdidas en proyectos, donde las variables medioambientales juegan un papel importante.

Hoy en día es preponderante para las organizaciones de cualquier sector conocer herramientas que permitan predecir resultados. Estos propósitos son alcanzables a través de la metodología Green Lean Sigma, su integración a la conceptualización, diseño, desarrollo, documentación, aprovisionamiento, control y operación de proyectos de infraestructura vial.

Palabras clave: Calidad, eficiencia, sustentabilidad.

Contenido Temático

Introducción.....	3
Conectando la estrategia, los objetivos y el propósito significativo del estudio.	3
1. Revisión de herramientas de clase mundial y su uso en la industria de la construcción. 4	
1.1 Contexto del trabajo y su enfoque endémico, antecedentes Coyunturales.	4
1.2 Planteamiento Adyacente.....	4
1.3 Objeto de estudio Metodológico.	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.4 Cultura Green Lean Sigma.....	6
2. Método Convergente Multicriterio.	7
2.1 Introducción y Formulación de estrategia de desarrollo de la investigación.	7
2.1.1 Análisis, verificación y evaluación de la Metodología Multi-criterio.....	7
2.1.2 Procedimiento Sintetizado:	7
2.1.3 Enfoque Sistemático Administrativo.....	8
○ 2.2 Desarrollo de Propuesta metodológica	9
2.2.1 Revisión del proceso en análisis de Ponderación.....	10
2.2.2 Breve reseña de la etapa de Diagnóstico.....	12
2.2.3 Diseño de estrategia Competitiva.	12
2.2.4 Medición morfológica y ejecución metodológica.	14
Conclusiones Generales	19
Bibliografía.....	20

Introducción.

Conectando la estrategia, los objetivos y el propósito significativo del estudio.

Las directrices que se utilizan en este estudio tienen relación directa con métodos formales, emanados de la filosofía de Producción propuesta por Toyota, Ohno, T. (1988)., instrumentos de Construcción Lean, Koskela, L. (1992)., hábitos Sigma (σ) desarrollados por Motorola, Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2000)., elementos que coadyuvan los resultados técnicos y la eficiencia operativa requerida por el usuario y el cliente.

Los principales problemas relacionados a la industria de la construcción vial son: cuadrillas sobredimensionadas, ausencia de control, deficiencia en flujo de materiales, información deficiente, trabajos mal ejecutados, cambios de diseño, falta de calidad, actitud del trabajador, normatividad obsoleta, ausencia de mejora continua, de estandarización, de herramientas para eliminar desperdicios, alta rotación de personal e indolencia, entre otros, Ballard, G., & Koskela, L. (2011).

La filosofía de esta metodología se enfoca en cambiar el comportamiento, aquel proceso donde se genera más competitividad. En las acciones ejecutadas para la producción de los principales insumos, procesos constructivos empleados en ello, acciones administrativas relacionadas a una cultura definida por actividades que incrementen habilidades, Wrigley, W. (2015).

1. Revisión de herramientas de clase mundial y su uso en la industria de la construcción.

1.1 Contexto del trabajo y su enfoque endémico, antecedentes Coyunturales.

En este apartado se detallan los antecedentes del sector de construcción vial, para posteriormente exponer el entorno nacional y el entorno regional. la problemática que se presenta en el sector de construcción vial, así como las consecuencias o efectos que han presentado dichos problemas. De la misma manera se menciona el motivo para desarrollar este trabajo, Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010).

Actualmente en la industria de construcción vial existen esquemas de proyectos para generar competitividad, Koskela, L. (1992), Nicholas, J., & Edwards, D. J. (2003). Investigaciones realizadas promueven el desarrollo de infraestructura en el país, Ulubeyli, S., Manisali, E., & Kazaz, A. (2010).

1.2 Planteamiento Adyacente.

Para obtener una metodología basada en actividades de ahorro en desperdicios, disminución de defectos y el aumento del nivel sostenible de la construcción, principales conceptos del modelo a desarrollar, adaptable y escalable en términos de efectividad de resultados para la industria de la infraestructura vial adaptándolos mediante la innovación de métodos, el uso de instrumentos, herramientas, hábitos y técnicas probadas exitosamente en otros sectores productivos y que aportan beneficios en los ámbitos económico, ambiental y aumento de la calidad.

1.3 Objeto de estudio Metodológico.

1.3.1 Objetivo General.

Crear una metodología que sirva para identificar estrategias y aumentar habilidades organizacionales, proponiendo alternativas sostenibles en el entorno competitivo, que exige señalar criterios técnicos y económicos vanguardistas.

Actualmente el transporte de población va en aumento exponencial mientras que la carga desplazada también aumenta, aunque gradualmente. Ahora bien, en comparación con países de oriente medio que cuentan con un 55% de su red terrestre completamente pavimentadas en México sólo contamos con un 30% en su totalidad. Es decir, tenemos 0.15 kilómetros de carretera por cada kilómetro cuadrado de territorio.

Este trabajo plantea una metodología que se fundamenta en ejes descritos a continuación; Sustentabilidad, Eficiencia y Calidad. En este sentido, atacar los problemas desde estos tres puntos de vista puede ser un beneficio que extiende el valor a proyectos futuros.

La hipótesis establecida para este trabajo es la siguiente: *La toma de decisiones es efectiva con el desarrollo e implementación de principios, hábitos y técnicas elementales de Construcción Esbelta, en conjunto con Manufactura Esbelta, Six Sigma (6σ), prácticas sustentables aplicadas en la industria de la construcción, permitirá lograr ahorro en los costos finales de los proyectos,*

aumentando así las utilidades de la organización y la vida útil de los proyectos realizados.

El acceso a cadenas de valor no es automático y liberar su potencial de desarrollo proyecta una serie de problemas Bouzas, Roberto; Zelicovich, J. (2014). Un proveedor que desee integrarse a esta filosofía de producción debe hallarse ya en condiciones de ofrecer niveles de calidad y efectividad competitivos de sus productos. Wankat, P. (2008).

1.4 Cultura Green Lean Sigma.

Este término también converge al mismo tiempo con factores económicos en la reducción y control de desperdicios, así mismo con enfoques sociales y su disminución en los defectos en procesos productivos.

Para lograr una sostenibilidad integral de proyectos se abordan tres enfoques:

- ✓ Pensamiento Green Con perspectiva Verde – Sustentable.
- ✓ Pensamiento Lean con énfasis en la reducción de desperdicios.
- ✓ Pensamiento Sigma orientado a la disminución de defectos.

Esta organización de la información pretende ayudar a una mejor comprensión manteniendo un orden estructurado del modelo expuesto en este trabajo de investigación.

2. Método Convergente Multicriterio.

2.1 Introducción y Formulación de estrategia de desarrollo de la investigación.

Para la implementación se establece como herramienta para análisis la incorporación sistemática del *expertise* denominada en el argot de infraestructura como *constructabilidad*, así como también se propone considerar la temporalidad y programación acotada de los proyectos constructivos (diseño, planificación y construcción). Por lo que en este trabajo se propone el análisis realizado a nivel de la etapa de *Construcción* de un proyecto.

2.1.1 Análisis, verificación y evaluación de la Metodología Multi-criterio

La metodología poli criterio para la ponderación, Sandín Esteban, M. P. (2000)., evaluación de herramientas, a partir de un catálogo de herramientas expuestas en el inventario de herramientas, aplicables en las fases administrativas.

Por lo que se realizó un análisis para determinar aquellas adaptables del universo de principios Lean, hábitos 6 Sigma y criterios sustentables, eliminando redundancia y duplicidad de resultados en la diversidad de ellas

2.1.2 Procedimiento Sintetizado:

- ✓ Listar catálogo de herramientas.
- ✓ Analizar cada herramienta según su definición y función de resultados.
- ✓ Clasificar cada herramienta en las 4 áreas del proceso administrativo.
- ✓ Identificar duplicidad en función de resultados.
- ✓ Seleccionar herramientas más adecuadas para cada área y descartar las que estén incluidas en otras, y las que no aportan valor al objetivo de investigación.

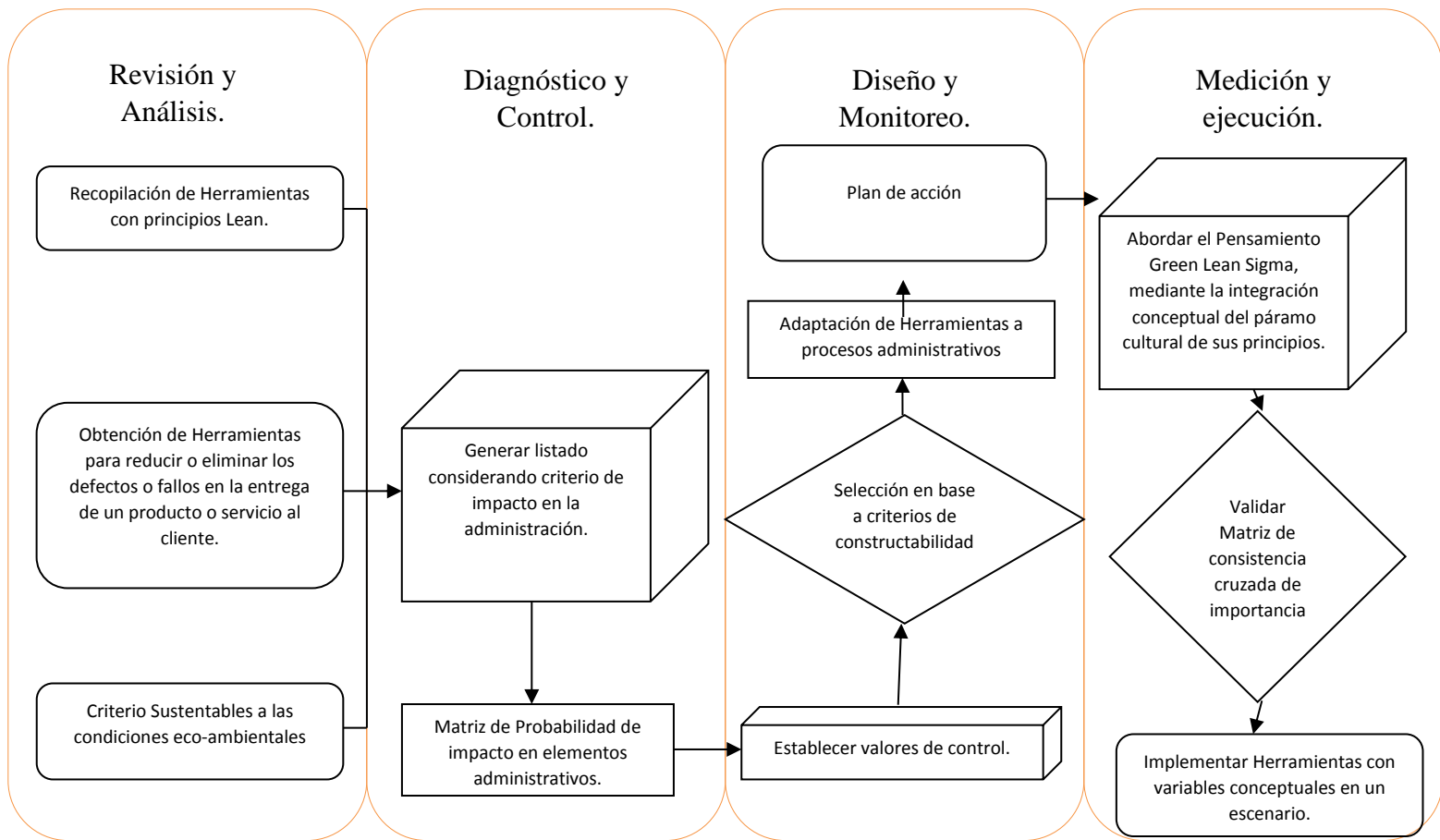
- ✓ Presentar agrupación de herramientas con la explicación de influencia GLS en ellas.

2.1.3 Enfoque Sistemático Administrativo.

En esta investigación se establecen cuatro niveles para la clasificación de herramientas a incluir en la metodología: Planeación, Organización, Dirección y Control.

○ 2.2 Desarrollo de Propuesta metodológica

En el esquema 1 se puede apreciar la propuesta metodológica para la presente investigación.



Esquema 3. Proceso Metodológico GLS.
Fuente: Elaboración Propia.

2.2.1 Revisión del proceso en análisis de Ponderación.

Los criterios de ponderación hacen referencia directa al complejo sistema del sector constructivo, Bertelsen, S., & Koskela, L. (2004)., a criterios relacionados con el uso del modelo TPS, el componente de calidad Sigma (σ), un matiz económico sustentable.

Hay que hacer notar en este apartado que no debe ser una limitante incorporar herramientas, para considerar iniciar una evaluación. Tomando en cuenta que hay otros criterios de ponderación para evaluar, Norëa, A. L., Alcaraz-Moreno, N., Rojas, J. G., & Rebolledo-Malpica, D. (2012)., que soportan el funcionamiento de esta metodología.

Por medio de la revisión de estado del arte se ubicarán las herramientas utilizadas para estratificar los principales problemas a considerar en la ponderación siguiente;

- ✓ Ponderación Green. - Administración deficiente de los materiales. (N5)
- ✓ Ponderación Lean. - Tiempo utilizado en actividades que añaden valor.
(N1)
- ✓ Ponderación Lean. - Falta de seguridad. (N2)
- ✓ Ponderación Sigma. - Costo de calidad por inconformidad. (N4)
- ✓ Ponderación Sigma. - Falta de habilidades constructivas. (N3)

En la figura 2 se muestran los indicadores para cada componente del modelo GLS.

Análisis

- Sistema pull. (Lean Construction)
- Value Based Management.
- Poka yoke, wow (shingeo shingo)
- Kanban (toyota)
- Kaizen
- Jit
- Jidoka
- Hansei
- 5 por qué's (toyota)
- Gemba
- Andon (toyota)
- Last planner system
- Bulding information manager (bim)
- Metodología dmaic
- Metodología damdv
- Foda
- Matriz Ansoff
- Cuadro de mando integral.
- Benchmarking.
- Evaluación financiera de proyectos de inversión. (baterías)
- Segmentación de costos.
- Temporalidad del dinero, depreciación e interés. (parque de maquinaria)
- Fijación de precios de transferencia.
- Punto de equilibrio y el apalancamiento.
- Vida económica de los equipos.
- Administración del riesgo y rendimiento en los proyectos.
- Evaluación financiera de proyectos de inversión. (mangueras)
- Modelo de Black y Scholes
- Análisis pestel
- Otras Herramientas de Calidad.
- Competitividad Organizacional.

2.2.1.1 Revisión y Análisis de la situación actual.

Diagnóstico

- Cuadrillas sobredimensionadas.
- Ausencia de control.
- Deficiencia en flujo de materiales.
- Información deficiente.
- Trabajos mal ejecutados (fuera de especificación, normas, consideraciones).
- Cambios de diseño.
- Falta de calidad.
- Actitud del trabajador.
- Normatividad obsoleta.
- Ausencia de mejora continua.
- Falta de estandarización (Industrializar la construcción).
- Falta de herramientas para eliminar desperdicios.
- Métodos constructivos deficientes (falta de trabajo en equipo).
- Alta rotación de personal.
- Indolencia.
- Modelo de trabajo omnipresente.

Diseño de cirterios

- 1. - Tiempo de trabajo utilizado en actividades que añaden valor. (Lean)
- 2. - Falta de seguridad. (Lean)
- 3. - Falta de habilidades constructivas (Sigma)
- 4. - Administración deficiente de los materiales. (Green)
- 5. - Costo de calidad por inconformidad (Sigma).

Medición de Impacto

- Adecuada programación.
- Énfasis en la gestión de campo con frecuencia semanal.
- Mejoramiento de constructibilidad. (Habilidad Lean).
- Empleo de técnicas modernas de planeación.
- Excelente Supervisión y control de trabajo.
- Enfasis en la Logística.
- Aseguramiento y verificación de calidad.
- Mejorar el flujo estadístico de información.
- Seguimiento coordinado y conjunto.
- Pagnar, Solventar deficiencias de calidad eficientemente.
- Proporcionar control topográfico continuo.

Esquema 4. Revisión y Análisis del Proceso Metodológico GLS.
Fuente: Elaboración Propia.

2.2.2 Breve reseña de la etapa de Diagnóstico.

La contribución más importante de este trabajo está dentro del diseño de estrategia la cual se establece en procesos administrativos ya que facultan y con frecuencia imponen el orden y la disciplina a una organización de alto desempeño con enfoque sostenible.

2.2.2.1 Diagnóstico y control de Criterios en Selección de Inventario.

Tabla 1. Matriz de ponderación de Herramientas para medir resultados.

Fuente: Elaboración Propia.

Definición de Herramientas para medir resultados.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	R
P1 Sistema pull.	1.00	1.00	1.00	5.00	3.00	5.00	16.00
P2 Value stream map (vsm).	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	18.00
P5 Kaizen	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	18.00
P6 Jit	5.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	14.00
P12 Last planner system	5.00	3.00	3.00	3.00	5.00	5.00	24.00
C13 Bulding information manager (bim)	5.00	5.00	5.00	1.00	3.00	5.00	24.00
C14 Metodología dmaic	3.00	3.00	5.00	5.00	5.00	3.00	24.00
O17 Matriz Ansoff	5.00	3.00	5.00	5.00	3.00	3.00	24.00
D19 Benchmarking.	1.00	3.00	3.00	1.00	1.00	3.00	12.00
D21 Segmentación de costos.	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	3.00	12.00
O28 Modelo de Black y Scholes	5.00	5.00	3.00	5.00	5.00	5.00	28.00
D30 Análisis pestle	3.00	3.00	3.00	5.00	5.00	5.00	24.00
Ponderación Inicial = PI	98.00	82.00	80.00	90.00	102.00	92.00	544.00
= SP/tNH	3.27	2.73	2.67	3.00	3.40	3.07	18.13

2.2.3 Diseño de estrategia Competitiva.

En función de los conceptos que conforman la metodología de interés en la presente investigación la filosofía GLS se define como: “Convergencia de información para transformarla en conocimiento que coadyuve a la toma de decisiones disciplinada, que permitan disminuir desperdicios y contaminación al medio ambiente.”

La forma en que se ha diseñado el monitoreo del método para la presente investigación se presenta en la tabla siguiente.

2.2.3.1 Diseño y Monitoreo del Método.

Tabla 2. Diseño y Monitoreo del Inventario de Herramientas Green Lean Sigma.
Fuente: Elaboración Propia.

Herramientas para medir resultados.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	R
PONDERACIÓN DE PROBLEMAS EN (1- POCO, 3 - NOTABLE, 5 - IMPACTA) POR IMPACTO A COSTOS	1.00	3.00	1.00	3.00	5.00	5.00	
<i>Sistema pull.</i>	1.00	3.00	1.00	15.00	15.00	25.00	60.00
<i>Value Based Management.</i>	3.00	9.00	3.00	9.00	15.00	15.00	54.00
<i>Kaizen</i>	3.00	9.00	3.00	9.00	15.00	15.00	54.00
<i>Jit</i>	5.00	3.00	1.00	9.00	5.00	15.00	38.00
<i>Last planner system</i>	5.00	9.00	3.00	9.00	25.00	25.00	76.00
<i>Bulding information manager (bim)</i>	5.00	15.00	5.00	3.00	15.00	25.00	68.00
<i>Metodología Sigma dmaic</i>	3.00	9.00	5.00	15.00	25.00	15.00	72.00
<i>Matriz Ansoff</i>	5.00	9.00	5.00	15.00	15.00	15.00	64.00
<i>Benchmarking.</i>	1.00	9.00	3.00	3.00	5.00	15.00	36.00
<i>Modelo de Black y Scholes</i>	5.00	15.00	3.00	15.00	25.00	25.00	88.00
<i>Análisis pestle</i>	3.00	9.00	3.00	15.00	25.00	25.00	80.00
Ponderación Final = PF	98.00	246.00	80.00	270.00	510.00	460.00	1,664.00
<i>Resultados del producto de ponderación en diseño por la de impacto del problema. = SPF/tNH</i>	3.27	8.20	2.67	9.00	17.00	15.33	55.47

2.2.3.2 Descripción de resultados en el Proceso de Diseño.

La suma de Ponderaciones Finales (PF) entre el Total de Herramientas (N) es el valor a mínimo para seleccionar la herramienta a utilizar en la organización.

H	Valor Diseño	Producto de Ponderaciones (Vectores)	Resultado
1	$P1+p2+p3+p4+p5$	$(P1*p^1) + (P2*p^2) + (P3*p^3) + (P4*p^4) + (P5*p^5)$	PFinal
2			
...			
N	$Pn+...+pm$	$(Pn*pn) + ... + (Pm*pm)$	$\sum PF/N$

Tabla 3. Matriz de análisis multi-criterio de ponderación GLS.
Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, a fin de obtener una definición precisa, se dieron categorías del 1, 3, 5 como valor adyacente a la funcionalidad de inventario (Ver tabla No. 1). El producto de ponderación de la herramienta y el valor de la ponderación de indicador 1, 3, 5, da como resultado el valor impacto (Ver tabla No 2).

Aplicando la metodología descrita, las herramientas definitivas para esta fase son extraídas del inventario en un nivel de selección por que cuentan con valor mayor a la media, en función al promedio del producto sobre el número de herramientas analizadas.

La operacionalización de los criterios es una condición necesaria pero no suficiente para poder determinar la utilización práctica del mismo. Para otro caso se requiere establecer cómo se aplicará el criterio en cada organización específicamente como aquí se describió.

2.2.4 Medición morfológica y ejecución metodológica.

Así contribuir a la rentabilidad de la organización con más capital informativo, hacer más con los mismo Howell, G., & Ballard, G. (1998).

Se establece la siguiente etapa metodológica para discriminar puntos de conexión que carezcan de principios conceptuales en las filosofías y validación del modelo, posteriormente catalogar en base a una matriz morfológica de integración que se vislumbra a continuación:

2.2.4.1 Criterios de selección de herramientas:

La matriz del GLS está dividida en un cuadrante, cada uno interpreta procesos de administración. A continuación, los criterios establecidos para esta etapa;

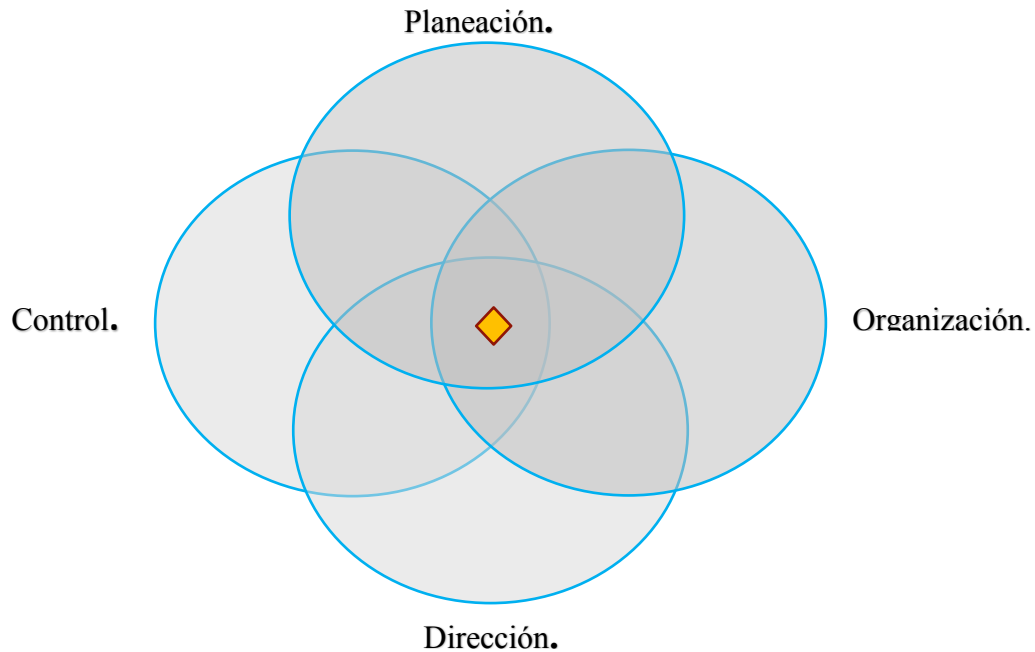
Métodos, Herramientas, Técnicas, Prácticas, Hábitos que en el proceso de ...

- ✓ Planificación, diseñen políticas en disminución de fallas o desperdicios.
- ✓ Organización, ayuden a reducir costos en la asignación de recursos.
- ✓ Dirección, contribuyan a minimizar el impacto al ecosistema, aumentando la sostenibilidad.
- ✓ Control, vinculen, integren, desarrollen y alineen a otros sectores productivos fomentando la transparencia de la información.

2.2.4.2 Impacto cruzado de Herramientas elegidas con proceso administrativo.

La administración estratégica en sus cuatro actividades principales apoya al empresario y su organización en el alcance de objetivos desde las perspectivas productivas, el logro de rentabilidad financiera, monitoreo continuo de resultados todo bajo un enfoque de mejora continua.

Herramientas ubicadas en el anillo inmutable de implementación GLS.



Impacto Cruzado de herramientas con Proceso Administrativo.
Fuente. Elaboración Propia

En cada proceso de la administración estos criterios son parametrizados como controladores de la metodología los cuales se exponen a continuación, asegurando la inclusión de cada dimensión expuesta anteriormente y resumida como sigue: Sustentabilidad, eficiencia y calidad.

2.2.4.2.1 Integrar Objetivos y las decisiones, **Planeación:**

Que la herramienta Seleccionada....

- 1.- Permita eficiencia en tiempo. (Horizontes de tiempo más cortos).
- 2.- Mejore la calidad del proyecto. (Predecible y confiable).
- 3.- Genere una reducción en los costos de producción y Contribuya a la vanguardia de la construcción. (interacción entre lo que se debe hacer, lo que se puede hacer y lo que se hará realmente).

4.- Contemple la Protección de ecosistemas frágiles (Mediante Manejo limpio de residuos peligrosos, Conservación de la diversidad ecológica, Combate a la deforestación, Entrelazando el aprendizaje).

2.2.4.2.2 Estructuras flexibles para satisfacer necesidades de clientes,

Organización:

Que la herramienta Seleccionada....

- 1.- Implice trabajo en equipo (colaborativo).
- 2.- Evalúe la eficiencia operativa enfocada a resultados directivos.
- 3.- Divulgue el uso de técnicas y materiales amigables con el eco-sistema.
- 4.- Integre procesos de los colaboradores más representativos.

2.2.4.2.3 Análisis – decisión - puesta en práctica, **Dirección:**

Que la herramienta Seleccionada....

1.- Aumente la certidumbre en la toma de decisiones. (Mejorar la visión a posteriori sobre cómo se desarrollarán los proyectos).

2.- Aumente la competitividad basada en resultados. (Registro final de pormenores que llevaron a obtener los resultados).

3.- Alineación e integración de la gestión ambiental en la gestión organizacional. (Alineamiento convergente con la protección al ecosistema y microclimas existentes).

4.- Identifique y Mejore procesos externos de la organización. (integración de otros sectores productivos, desarrollo de proveedores).

2.2.4.2.4 Evaluar los resultados para alcanzar objetivos, **Control:**

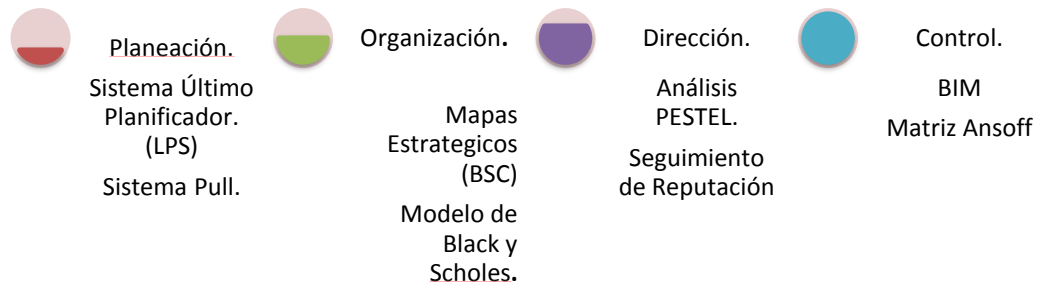
- ✓ Que la herramienta Seleccionada....



- 1.- Permita medir y maximizar la productividad.
- 2.- Verifique y de seguimiento al cumplimiento de objetivos.
- 3.- Diseñe una mejora de análisis en los resultados sustentables.
- 4.- Evalúe características en la reducción de desperdicios y mermas de recursos materiales. (Evaluación cualitativa y cuantitativa de los efectos ambientales directos y eventuales en los procesos y productos de la organización. Infraestructura, Mano de Obra, Uso óptimo de la tecnología, Prácticas sostenibles).

Conclusiones Generales

En cada uno de estos cuadrantes se sitúan posiciones a herramientas de requerimiento de recursos, distintas cada una de ellas y obviamente deben de ser administradas en forma diferente, lo que lleva a algunas implicaciones sobre la forma en que la organización debe configurar su modelo.



Esquema 5. Aplicación de Metodología del pensamiento de Producción GLS.
Fuente: Elaboración Propia.

Los métodos y herramientas descritas en el Esquema 5 se encuentran en el anillo invariable de implementación GLS.

La difusión y adaptación del modelo Green Lean Sigma al entorno social actual, permitirá favorecer una visión compartida entre los actores principales que integran la cadena de valor del sector constructivo.

A su vez, optimizando el uso de recursos, utilizando insumos y procesos amigables con el medio ambiente sin dejar a un lado la calidad total, a partir de una estrategia. Paez, O., Salem, S., Solomon, J., & Genaidy, A. (2005).

La selección de la metodología a emplear depende básicamente de las características del proyecto y de los objetivos que se requieran alcanzar.

Bibliografía

1. Achell, J. F. P., & Bonet, M. B. (2013). A Preliminary Proposal for a Waste-Based Management Approach to Improve Performance in Construction. In *21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 115–124). Retrieved from <http://iglc.net/Papers/Details/862/pdf%5Cnhttp://iglc.net/Papers/Details/862>
2. Al-Aomar, R. (2012). A lean construction framework with Six Sigma rating. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(4), 299–314. <https://doi.org/10.1108/20401461211284761>
3. Albuquerque, F. (2004). Desarrollo económico local y descentralización. *Revista de La CEPAL*, 82, 150–171.
4. Allan, G. B. (1983). Note on the Boston Consulting Group Concept of Competitive Analysis and Corporate Strategy. *Harvard Business School*, (August), 8.
5. Alves, T. D. C. L., Neto, J. D. P. B., Heineck, L. F. M., Kemmer, S. L., & Pereira, P. E. (2011). Incentives and Innovation to Sustain Lean Construction Implementation. *Proceedings IGLC-19, July 2011, Lima, Perú*, 583–592.
6. Ansoff, I. (1957). Strategies for Diversification. *Harvard Business Review*, 35(5), 113–124. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(72\)90048-9](https://doi.org/10.1016/0024-6301(72)90048-9)
7. Badii, M. H. (2008). La huella ecológica y sustentabilidad. *International Journal of Good Conscience*, 3(1), 672–678.
8. Baena, E., Sanchez, J. J., & Montoya, O. (2003). El entorno empresarial y la teoría de las cinco fuerzas competitivas. *Scientia et Technica*, (23), 61–66.
9. Ballard, G., & Koskela, L. (2011). A Response to Critics of Lean Construction. *Lean Construction Journal*, 13–22.
10. Ballard, G., & Tommelein, I. (2012). Lean management methods for complex projects. *Engineering Project Organization Journal*, 2(1–2), 85–96. <https://doi.org/10.1080/21573727.2011.641117>
11. Bertelsen, S., & Koskela, L. (2004). Construction beyond lean: a new understanding of construction management. ... *the International Group for Lean Construction*, 1–11. Retrieved from http://www.iglc2004.dk/_root/media/13069_055-koskela-bertelsen-final.pdf
12. Black, F., & Scholes, M. (1973). Black and Scholes, The pricing of options and corporate liabilities. *The Journal of Political Economy*, 81(3), 637–654. <https://doi.org/10.1086/260062>
13. Bouzas, Roberto; Zelicovich, J. (2014). La Organización Mundial de Comercio , los acuerdos mega-regionales y los usos estratégicos del regionalismo. *Estudios de Economía Aplicada*, 32–3(1697–5731), 963–994.
14. Gallegos López, R., Mendoza Díaz, A., & Velázquez Salas, A. (2006). Efecto de la regularidad del pavimento en la capacidad vial en autopistas y carreteras multicarril mexicanas. *Carreteras*.
15. Gamboa, C. (2013). CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA EL DESARROLLO URBANO. *Anales de Ingeniería*, 925, 34.
16. Heizer, J., & Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas. Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas.*
17. Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación. Metodología de la investigación.* <https://doi.org/> ISBN 978-92-75-32913-9
18. Hernández, G. C., Clemencia, J., & Valencia, N. (2004). Competencias laborales de los gerentes de talento humano *. *INNOVAR, Revista de Ciencias Administrativas Y Sociales*, (23), 79–97. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v14n23/v14n23a07.pdf>
19. Hidalgo, A., & Alonso, C. (2005). Evaluación del impacto medioambiental debido a la lixiviación de productos de base cemento. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, 571–581.
20. Howell, G., & Ballard, G. (1998). Implementing Lean Construction. *Construction*, 13–15. Retrieved from <http://www.leanconstruction.org/pdf/HowellAndBallard.pdf>
21. INEGI. (2014). La industria automotriz en México 2014. *Inegi*, (221), 1–38.



22. Jimenez, T. M. (2008). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Management*. Retrieved from www.pmi.org
23. Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). *Mapas estratégicos. Convirtiendo los activos intangibles en resultados tangibles, Barcelona. Gestión*.
24. Killen, C. P., Walker, M., & Hunt, R. A. (2005). Strategic planning using QFD. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(1), 17–29. <https://doi.org/10.1108/02656710510572968>
25. Koide, K., & Iwata, T. (2006). Deployment of a Global Kanban System. In *SAE Technical Papers*. <https://doi.org/10.4271/2006-01-3133>
26. Koskela, L. (1993). Lean production in lean construction. *Automation and Robotics in Construction*.
27. Koskela, L. (1994). Lean production in construction. *National Construction and Management Conference*, 47–54. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=dWF4AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Lean+production+in+construction&ots=ttcV6eGqhr&sig=gmO4TywANKT3t1NIMab67R0itOO>
28. Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. *Center for Integrated Facility Engineering*, 1–81. <https://doi.org/Technical Report No. 72>
29. Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, 152. <https://doi.org/10.1108/eb054703>
30. ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Asamblea General*. Retrieved from http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S
31. Paez, O., Salem, S., Solomon, J., & Genaidy, A. (2005). Moving from lean manufacturing to lean construction: Toward a common sociotechnological framework. *Human Factors and Ergonomics In Manufacturing*, 15(2), 233–245. <https://doi.org/10.1002/hfm.20023>
32. Pons Achell, J. F., & Bach Bonet, M. (2012). A Preliminary Proposal For A Waste- Based Management Approach To Improve Performance In Construction. In *IGLC 20* (pp. 1–10).
33. Pozueta, J. (2000). MOVILIDAD Y PLANEAMIENTO SOSTENIBLE: Hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 1–97.
34. Pulido, G. (2008). Los Retos Actuales de la Mejora de la Calidad y la Productividad en las Organizaciones. *Revista Ingeniería Industrial Actualidad Y Nuevas.*, 1, 109–124.
35. Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma handbook. Search*. <https://doi.org/10.1036/0071415963>
36. Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Project Planner. Step by Step Guide to Leading a Six Sigma Project*. <https://doi.org/10.1036/0071425551>
37. Rodríguez Fernández, A., Alarcón Cárdenas, L. F., & Pellicer Armiñana, E. (2011). La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador. *Revista de Obras Públicas Nº 3.518*, 1–9.
38. Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. A., & Owen, R. (2010). Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction. *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*, 136, 968–980. <https://doi.org/10.1061/ASCECO.1943-7862.0000203>
39. Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., & Minkarah, I. (2006). Lean Construction: From Theory to Implementation. *Journal of Management in Engineering*, 168–175. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2006\)22:4\(168\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2006)22:4(168))
40. Serpell B., A. (2002). Administración de operaciones de construcción. *Alfaomega*, 2, 296. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
41. Simon, K. (2012). Pareto Chart. *Pareto Chart - iSixSigma*, iSixSigma. <https://doi.org/10.1002/9780470061572.eqr196>
42. Söderlund N., Z. A. B. (1995). Mortalidad por accidentes de tránsito en países industrializados y en desarrollo. *Bol. OPS*, 119(6), 471–480.
43. Succar, B., & Kassem, M. (2015). Macro-BIM adoption: Conceptual structures. *Automation in Construction*, 57, 64–79. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018>
44. Talancón, H. P. (2007). La Matriz Foda : Alternativa De Diagnóstico Y Determinación De Estrategias De Intervención En Diversas Organizaciones. *Enseñanza E Investigación En Psicología*, 12(55), 113–130.
45. Tezel, B. A., Koskela, L. J., Tzortzopoulos, P., Formoso, C. T., Alves, T., Neto, B., ... Mota, B. (2010). Process transparency on construction sites: Examples from construction companies in Brazil. *Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, (July), 296–305. Retrieved from <http://usir.salford.ac.uk/9567/>
46. Tillmann, P., Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2014). A Mentoring Approach To Implement Lean Construction. *Proceedings for the 22th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 1(415), 1283–1293.



47. Udrescu, M., & Gheorghe, A. (2016). Benchmarking - Fashionable Term Concerning Traditional Processes. *Academic Journal of Economic Studies*, 2(2), 100–113. Retrieved from http://www.ajes.ro/wp-content/uploads/AJES_article_1_58.pdf
48. Ulubeyli, S., Manisali, E., & Kazaz, A. (2010). Subcontractor selection practices in international construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(1), 47–56. <https://doi.org/10.3846/jcem.2010.04>
49. Vidal, C. J. (2010). *Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios*. Programa Editorial - Universidad del Valle.
50. Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2000). The four roles of supply chain management in construction. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6(3–4), 169–178. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(00\)00013-7](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(00)00013-7)
51. Wandahl, S. (2014). Lean Construction with or without Lean - Challenges of implementing Lean construction. In *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014* (pp. 97–108). Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84923346653&partnerID=tZOtx3y1>