

## **PROYECTO DE GRADO**

**“Implementación de la Metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa Gramar S.A.”**

Henry Cano & Nilton Nieto & Katherine Arango  
Junio 2017; Bogotá DC

Universidad Católica de Colombia  
Facultad de Ingeniería  
Especialización Gerencia de obras





## Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



**Sin Obras Derivadas** — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

## Tabla de Contenidos

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Título.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2. Línea de investigación.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>3. Desde el punto de vista de la línea de investigación a la cual se inscribe el proyecto</b>  |           |
| <b>4. Introducción.....</b>   | <b>6</b>  |
| 4.1 El qué, por qué y para qué de nuestro proyecto.....   | 7         |
| <b>5. Objetivos.....</b>  | <b>8</b>  |
| 5.1 Objetivo general  |           |
| 5.2 Objetivos específicos   |           |
| 5.3 Palabras claves   |           |
| <b>6. Planteamiento del problema y pertinencia de la investigación propuesta.....</b>             | <b>9</b>  |
| 6.1 Planteamiento pregunta de investigación   |           |
| 6.2 Desde el punto de vista de la elección temática   |           |
| 6.3 Desde el punto de vista de la problemática académica  |           |
| 6.4 Desde el punto de vista del sector económico al que corresponde la propuesta del anteproyecto |           |
| <b>7. Justificación del proyecto.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>8. Antecedentes.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>9. Marco Teórico.....</b>  | <b>16</b> |
| <b>9.1 Marco teórico.....</b>   | <b>16</b> |
| 9.1.1 Lean Construction   |           |
| 9.1.2 ¿Por qué es tan difícil identificar la improductividad?                                     |           |
| 9.1.3 Los principios Lean   |           |
| 9.1.4 Herramientas del Lean   |           |
| 9.1.4.1 Lean Project System (LPS)   |           |
| 9.1.4.2 Target casting  |           |
| 9.1.4.3 Integrated Project Delivery   |           |
| 9.1.4.4 Sistema del último planificador SUP   |           |
| 9.1.5 Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos                                    |           |
| 9.1.6 Relación entre Lean Construction y Pmbok  |           |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>9.2 Marco Conceptual.....</b>                                   | <b>32</b> |
| 9.2.1 Lean Construction  |           |
| 9.2.2 Desperdicio  |           |
| <b>9.3 Marco Legal</b>   |           |
| <b>9.4 Marco Geográfico</b>  |           |
| <b>10. Metodología.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>11. Estudio de caso.....</b>                                    | <b>37</b> |
| <b>12. Entregables.....</b>  | <b>38</b> |
| <b>13. Alcance y limitaciones.....</b>                             | <b>40</b> |
| <b>14. Conclusión.....</b>   | <b>41</b> |
| <b>15. Estructura metodológica de análisis Lean propuesta.....</b> | <b>42</b> |
| <b>15.1 Operativa/ ejecución obra.....</b>                         | <b>44</b> |
| 15.1.1 Trabajo productivo  |           |
| 15.1.2 Trabajo contributivo  |           |
| 15.1.3 Trabajo no contributivo                                     |           |
| 15.1.4 Registro fotográfico  |           |
| 15.1.5 Personal en campo   |           |
| <b>15.2 Administrativo.....</b>                                    | <b>45</b> |
| 15.2.1 Planificación   |           |
| 15.2.2 Cronograma  |           |
| 15.2.3 Contratación  |           |
| 15.2.4 Cortes de obra  |           |
| 15.2.5 Diseño  |           |
| <b>15.3 Material.....</b>  | <b>46</b> |
| 15.3.1 Planta de producción  |           |
| 15.3.2 Almacén de obra   |           |
| 15.3.3 Transporte  |           |
| <b>16. Análisis de resultados.....</b>                             | <b>47</b> |
| <b>16.1 Diagnóstico inicial visita de obra (Anexos)</b>            |           |
| <b>16.2 Operativo / Ejecución de obra</b>                          |           |
| 16.2.1 Proyecto A- Universidad Externado                           |           |
| 16.2.2 Proyecto B – Centro Comercial Salitre                       |           |
| 16.2.3 Conclusión  |           |
| 16.2.4 Horas Hombre  |           |

|  |           |
|--|-----------|
| 16.2.4.1 Proyecto A  |           |
| 16.2.4.2 Proyecto B  |           |
| 16.2.4.3 Conclusión  |           |
| 16.2.5 Registro fotográfico                                |           |
| 16.2.6 Personal en Campo                                   |           |
| <b>16.3 Administrativo.....</b>                            | <b>59</b> |
| 16.3.1 Planeación  |           |
| 16.3.2 Cronograma  |           |
| 16.3.3 Contratación (U. externado- C.C salitre)            |           |
| 16.3.4 Cortes de obra                                      |           |
| 16.3.5 Diseño  |           |
| 16.3.6 Conclusiones  |           |
| <b>16.4 Material.....</b>                                  | <b>63</b> |
| 16.4.1 Resultados análisis material                        |           |
| 16.4.2 Manejo del almacén de obra                          |           |
| <b>17. Propuesta Lean para implementar en Grammar.....</b> | <b>73</b> |
| 17.1 Target Costing  |           |
| 17.2 IPD (Integrated project Delivery)                     |           |
| 17.3 SUP (sistema ultimo planificador)                     |           |
| 17.4 Material  |           |
| <b>18. Conclusiones.....</b>                               | <b>86</b> |

## 1. TITULO

“Implementación de la Metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa **Gramar S.A.**”

## 2. LINEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales

## 3. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA LINEA DE INVESTIGACIÓN A LA CUAL SE INSCRIBE EL PROYECTO

**(Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales)** Este proyecto está dentro de la línea de investigación, pues es un ejemplo de gestión empresarial para una compañía que está desarrollando actividades e inversiones sin un control metódico para el funcionamiento de la misma, y en el cual se pretende implementar una metodología gerencial.

#### 4. INTRODUCCIÓN

Gramar es una empresa Colombiana fundada en el año de 1953 y dedicada al procesamiento de mármoles y piedras naturales, entre sus principales líneas de negocio se encuentra la instalación de acabados finos tanto en interiores como en exteriores para obras civiles. Debido al crecimiento de la demanda en instalación y al número de contratos adjudicados, nace la necesidad de implementar una metodología de gerencia y manejo de obras en el departamento de instalaciones.

El concepto de gerencia de obras es la coordinación de todos los recursos dispuestos en los proyectos de construcción y restringidos en tres variables fundamentales de éxito; alcance, tiempo y costo.

Lean Construction (LC) es un nuevo pensamiento en gestión de proyectos de construcción que desafía a la guía de gestión actual del *Project Management Institute* PMBOK, con un alto auge en los Estados Unidos, de ahí que LC no deba ser concebido como un modelo o sistema en el cual solo se siguen unos pasos, sino como un pensamiento dirigido a la creación de herramientas que generen valor a las actividades, fases y etapas de los proyectos de construcción. Entendiendo el valor como la eliminación de todo aquello que produzca pérdidas en la ejecución de las mismas. [1]

El presente trabajo presentará la gestión de los recursos mediante el uso de la metodología Lean Construction, además de la utilización del sistema Last Planner o último planificador en el proceso de instalación de revestimientos en varias de las obras de la compañía, con el fin de mejorar los rendimientos, maximizar las ganancias y eliminar todas las actividades que no generen valor (desperdicios).



La información obtenida, resultado del análisis es procesada para implementar planes de mejoramiento y de esta manera aumentar los índices de productividad y ganancia a través de un mejoramiento continuo en las actividades de obras civiles para Gramar S.A.

#### **4.1 EL QUÉ, POR QUÉ Y PARA QUÉ DE NUESTRO PROYECTO.**

##### **4.1.1 EL QUE** *.Que vamos a hacer: Objetivo*

Implementar la metodología Lean Construction, teniendo como fin establecer lineamientos y parámetros que guíen la optimización de los recursos y el mejoramiento de la empresa y la ejecución de las obras en la compañía Gramar S.A.

##### **4.1.2 POR QUÉ.** *Explicación*

Los procedimientos y metodologías utilizados actualmente en la compañía carecen de controles todo esto traducido a una percepción de poca organización y control interno de la compañía.

##### **4.1.3 PARA QUÉ.** *Problema a resolver*

La implementación de una metodología clara a partir de unos parámetros establecidos pretende resolver el problema de bajas utilidades, sobrecostos, inadecuada utilización de recursos y retrasos en la ejecución de las obras de la compañía Gramar S.A.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GENERAL

Implementación de la metodología Lean Construction en la empresa Grammar S.A para desarrollar obras eficientes, optimizando (tiempos, alcance y costos de ejecución, etc.) desde la planificación y control gerencial; y lograr un mejor rendimiento de los recursos dispuestos para los proyectos de la empresa y potencializar las actividades a realizar.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar la problemática desde la implementación del Lean Construction en la empresa, para mitigar o evitar lo menos posible las pérdidas y así potencializar los recursos de las diferentes obras con mayor eficiencia.
- Utilizar el Lean Construction como base metodológica en Grammar S.A, para mejorar el manejo de los recursos de la empresa en sus diferentes obras.
- Implementar y articular el concepto de mejora continua con la metodología del Lean Construction.

**5.3 PALABRAS CLAVES:** Lean Construction, Gerencia de obras, Optimización de recursos, Control de construcción, Obras eficientes.

## **6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PERTINENCIA DE LA INVESTIGACION PROPUESTA.**

Actualmente la empresa realiza actividades de instalación de acabados en obras civiles, en donde no es claro el seguimiento de estas, al igual que los tiempos de ejecución de cada una de las obras, significando pérdidas que golpea la economía de la empresa.

### **6.1 PLANTEAMIENTO PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿Cómo implementar la metodología Lean Construction para la optimización de los recursos en las obras ejecutadas por la empresa Gramar SA?

### **6.2 DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA ELECCIÓN TEMÁTICA**

Poder implementar el método Lean Construction para optimizar los recursos de la obra, y llevar el proyecto desde un manejo gerencial.

### **6.3 DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA PROBLEMÁTICA ACADEMICA**

Investigar el funcionamiento y objetivo del Lean Construction e implementarlo de una manera acertada.

### **6.4 DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL SECTOR ECONOMICO AL QUE CORRESPONDE LA PROPUESTA DEL ANTEPROYECTO**

Poder implementar la metodología LEAN CONSTRUCTION donde los recursos económicos de la obra sean optimizados, por medio del control y la mejora continua.

## 7. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo a los lineamientos anteriormente expuestos resulta pertinente implementar la metodología Lean Construction para la optimización de los recursos y la mejora de los procedimientos técnicos que garanticen una ejecución con fundamento partiendo desde la premisa de la mejora continua a partir del diseño de procedimientos establecidos, todo esto para cumplir con el cronograma de obra propuesto al inicio de cada una en la empresa GRAMAR S.A S.

### **[1] Filosofía *Lean Construction* para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual**

Con la implementación de un método diseñado para planear, hacer, verificar y actuar se busca lograr que la empresa GRAMAR S.A logre procesos de ejecución de obra eficientes optimizando cada recurso utilizado en la misma.

Se analizaron 3 obras de Gramar S.A, una actualmente en ejecución y dos ejecutadas, donde se evidencia los siguientes desperdicios en cuanto a costo vs material.

**TABLA 1**

*Cuadro comparativo de desperdicios (materiales vs costos), proyecto C.C ACQUA*

|   | CC Acqua |                 |                 |                |               |                |                            |                           |
|---|----------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------------------|
|   | Unidad   | facturado (m2)  | enviado a obra  | diferencia     | desperdicio   | valor unitario | valor parcial (facturado)  | costo desperdicio         |
| marmol crema sienna formatos de 407 mm x jp (largos variables) e=10mm acabado brillante   | m2       | 5517            | 5791            | -274           | -5%           | \$ 102.015,00  | \$ 562.816.755,00          | \$ (27.952.110,00)        |
| Construccion de piso en marmol café faraon formatos de 457 mm x jp (largos variables) e=10mm acabado brillante  | m2       | 1842,98         | 2013,23         | -170,25        | -9%           | \$ 81.826,00   | \$ 150.803.681,48          | \$ (13.930.876,50)        |
| construccion de piso en marmol Royal mate en formatos de 150 mm x jp (largos variables) e=20mm  | m2       | 3336,99         | 3517            | -180,01        | -5%           | \$ 80.857,00   | \$ 269.819.000,43          | \$ (14.555.068,57)        |
| Construccion de fachada anclada en marmol café faraon formatos aproximados de 800 mm x 1200 mm e=30mm acabado m                                       | m2       | 3823,85         | 3913,98         | -90,13         | -2%           | \$ 220.131,00  | \$ 841.747.924,35          | \$ (19.840.407,03)        |
| construcción de fachada anclada con granito gris guyana extra formatos aproximados de 800mm x 1200mm x 30mm acabado brillante                         | m2       | 400,64          | 414,65          | -14,01         | -3%           | \$ 311.774,00  | \$ 124.909.135,36          | \$ (4.367.953,74)         |
| construccion de tapa estampillada en marmol café faraon formatos de ancho 270 mmx junta perdida x 30 mm acabado mate, incluye cantos pulidos y gotero | ml       | 379,13          | 405,92          | -26,79         | -7%           | \$ 142.892,00  | \$ 54.174.643,96           | \$ (3.828.076,68)         |
|   |          | <b>15300,59</b> | <b>16055,78</b> | <b>-755,19</b> | <b>-5,42%</b> |                | <b>\$ 2.004.271.140,58</b> | <b>\$ (84.474.492,52)</b> |

*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de GRAMMAR SA*

**TABLA 2**

*Cuadro comparativo de desperdicios (materiales vs costos), proyecto U Externado Bloque H.*

|  | U externado Bloque H |                 |                |                |               |                |                            |                            |
|--|----------------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
|  | Unidad               | facturado (m2)  | enviado a obra | diferencia     | desperdicio   | valor unitario | valor parcial (facturado)  | costo desperdicio          |
| Fachada anclada en marmol café pinta abujardado formatos aproximados de 90cm x 150cm y 40cm x 75cm espesor 3cm | M2                   | 4548,88         | 4758           | -209,12        | -5%           | \$ 202.921.65  | \$ 923.066.218,88          | \$ (42.434.974,70)         |
| Fachada anclada en marmol café pinta abujardado <50cm en 3cm de espesor  | ML                   | 98,56           | 105,23         | -6,67          | -7%           | \$ 119.380,77  | \$ 11.766.169,05           | \$ (796.269,76)            |
| Fachada anclada en marmol café pinta levigado formatos aproximados de 90cm x 150cm y 40cm x 75cm espesor 3cm   | M2                   | 951,35          | 1017           | -65,65         | -7%           | \$ 200.436.96  | \$ 190.685.705,89          | \$ (13.158.686,70)         |
| Fachada anclada en marmol café pinta levigado <50cm en 3cm de espesor  | ML                   | 28,65           | 30,98          | -2,33          | -8%           | \$ 118.138,43  | \$ 3.384.666,09            | \$ (275.262,55)            |
| Enchape Piso estampillado en Granito Gris Montana formato 30cm x jp x 2cm acabado brillante                    | M2                   | 1018,66         | 1198           | -179,34        | -18%          | \$ 135.207,58  | \$ 137.730.550,28          | \$ (24.248.126,84)         |
| Piso en Granito Negro San Gabriel 2cms acabado brillante formato placas a medidas concertadas                  | M2                   | 657,35          | 736,94         | -79,59         | -12%          | \$ 214.106,40  | \$ 140.742.841,45          | \$ (17.040.728,30)         |
| Cenefa de piso Granito Negro San Gabriel h=30cm espesor 2cm acabado brillante                                  | ML                   | 1241,98         | 1301,87        | -59,89         | -5%           | \$ 67.098,64   | \$ 83.335.163,94           | \$ (4.018.537,31)          |
| Piso en Granito Beige Rosa 30cm x jp x 2cm acabado brillante   | M2                   | 595,52          | 675,98         | -80,46         | -14%          | \$ 113.886,65  | \$ 67.821.777,69           | \$ (9.163.319,84)          |
| Piso en Granito African Red 2cm de espesor formato a medidas circulo según diseño acabado brillante            | M2                   | 15,16           | 16             | -0,84          | -6%           | \$ 242.799,90  | \$ 3.680.846,42            | \$ (203.951,91)            |
| Cenefa circular de piso en Granito African Red h=30cm acabado brillante en 2cm de espesor                      | ML                   | 255,04          | 270            | -14,96         | -6%           | \$ 93.489,94   | \$ 23.843.673,58           | \$ (1.398.609,46)          |
| Guardaesoba en Granito Negro San Gabriel 2cm a medida acabado brillante h=10cm                                 | ML                   | 1764,37         | 1898           | -133,63        | -8%           | \$ 34.535,15   | \$ 60.932.782,78           | \$ (4.614.932,11)          |
|  |                      | <b>11175,52</b> | <b>12008</b>   | <b>-832,48</b> | <b>-8,49%</b> |                | <b>\$ 1.646.990.396,05</b> | <b>\$ (117.353.399,48)</b> |

*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de GRAMMAR SA*

**TABLA 3**

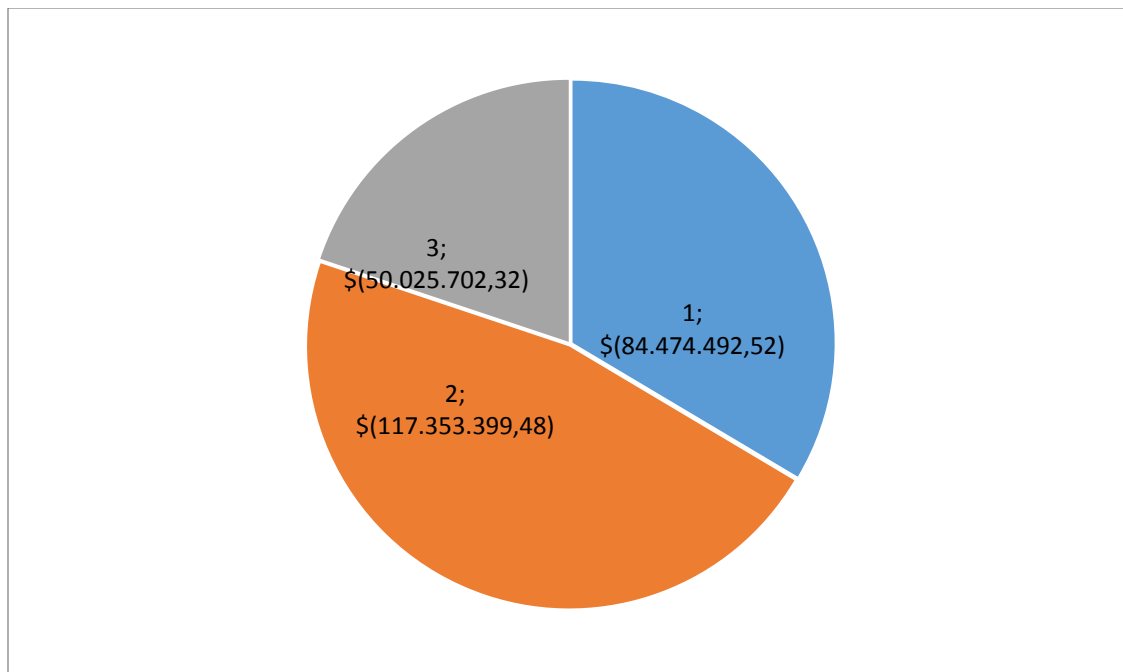
*Cuadro comparativo de desperdicios (materiales vs costos), proyecto Torre 11-95 LG.*

|   | Unidad | Torre 11-95 LG  |                |                 |               |                |                            |                           |
|---|--------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|----------------------------|---------------------------|
|   |        | facturado (m2)  | enviado a obra | diferencia      | desperdicio   | valor unitario | valor parcial (facturado)  | costo desperdicio         |
| Muro anclado en granito gris guayana en medidas especiales, espesor 25 mm con anclajes, brillo y/o antik    | m2     | 2097,888        | 2156,09        | -58,202         | -3%           | \$ 258.095,00  | \$ 541.454.403,36          | \$ (15.021.645,19)        |
| Muros lineales 30 cm en granito gris guayana estampillado espesor 1 cm brillo y/o antik                     | ml     | 1457,95         | 1476,87        | -18,92          | -1%           | \$ 91.429,00   | \$ 133.298.910,55          | \$ (1.729.836,68)         |
| Muros lineales 40 cm en granito gris guayana estampillado espesor 2,5 cm brillo y/o antik                   | ml     | 195,11          | 205,37         | -10,26          | -5%           | \$ 329.524,00  | \$ 64.293.427,64           | \$ (3.380.916,24)         |
| Muro en granito gris guayana en formato ancho fijo espesor 10 mm brillo y/o antik                           | m2     | 1487,48         | 1590,45        | -102,97         | -7%           | \$ 88.571,00   | \$ 131.747.591,08          | \$ (9.120.155,87)         |
| Muro lineal 30 cm en granito gris guayana en formato ancho fijo, largo fijo, espesor 10 mm brillo y/o antik | ml     | 847,86          | 967,05         | -119,19         | -14%          | \$ 174.286,00  | \$ 147.770.127,96          | \$ (20.773.148,34)        |
|   |        | <b>6086,288</b> | <b>6395,83</b> | <b>-309,542</b> | <b>-6,06%</b> |                | <b>\$ 1.018.564.460,59</b> | <b>\$ (50.025.702,32)</b> |

*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de GRAMMAR SA*

**FIGURA 1**

*Gráfica comparativa de desperdicios (costos), 3 PROYECTOS GRAMMAR S.A*

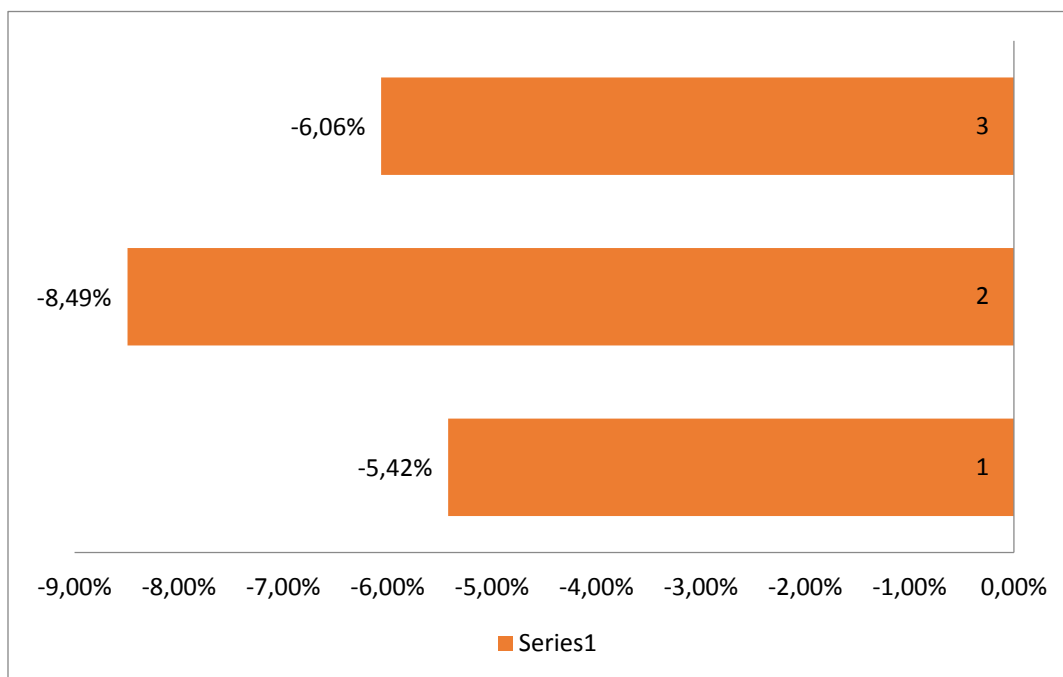


*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de GRAMMAR SA*

Vemos que los tres proyectos han generado impacto económico a la compañía, generando sobrecostos en su ejecución, solo teniendo en cuenta estos 3 proyectos económicamente hablando el sobrecosto ha sido de **\$251'853.593**, evidenciando que entre más grande el proyecto mayor el impacto económico en sobrecostos de ejecución.

**FIGURA 2**

*Gráfica comparativa de desperdicios (Materiales), 3 PROYECTOS GRAMAR S.A.*



*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de GRAMMAR SA.*

En cuanto a desperdicio de materiales vemos que está por encima del 5%, una cifra bastante considerable ya que con la gráfica anterior vemos el impacto económico que este desperdicio genera.

## 8. ANTECEDENTES

Un informe sobre el estado de Lean en la Construcción en EE. UU. (2012) y otro informe más reciente de McGraw Hill Construction (2013) sobre la aplicación de Lean Construction en proyectos de edificación revelan que en aquellas empresas que ya han utilizado prácticas Lean entre el 70% y el 85% han alcanzado un nivel alto o medio sobre una amplia variedad de beneficios, entre los que se incluyen como resumen los indicados en la siguiente tabla: Informe sobre el estado de Lean en la Construcción en EE. UU. (2012) Mejor cumplimiento del presupuesto Menor número de cambio de órdenes y pedidos Rendimiento más alto de entregas a tiempo Menor número de accidentes Menor número de demandas y reclamaciones Mayor entrega de valor al cliente Informe de McGraw Hill Construction sobre la aplicación de Lean Construction (2013) Mayor calidad en la construcción. Mayor satisfacción del cliente. Mayor productividad. Mejora de la seguridad. Reducción de plazos de entrega. Mayor beneficio y reducción de costes. Mayor grado de colaboración Figura 9. Beneficios de Lean Construction Mejor gestión del riesgo. Según el informe de McGraw Hill Construction, algunos casos de estudio también revelan beneficios específicos de la implantación de Lean Construction: ○ Un estudio del flujo de valor de la empresa Rosendin Electric, costó 2.000 \$ pero ahorró a la empresa 50.000 \$ en coste de personal. ○ Una coordinación activa de la empresa Boldt Construction en la instalación de paredes cabeceras prefabricadas en un Hospital redujo el número de horas/hombre por elemento instalado en más de dos tercios, de 24 a 7. En España todavía no disponemos de estudios específicos sobre el estado de implantación de Lean Construction, no obstante, en 2013 la Fundación Escuela de Organización Industrial (EOI) realizó un estudio sobre la situación de Lean Manufacturing en España. Para dicho estudio se hicieron encuestas a profesionales y directivos de empresas pertenecientes a 17 sectores,



incluidos la construcción, siendo los más representativos, el sector del automóvil, el de la alimentación y bebidas, el metal-mecánico y el farmacéutico. El estudio de la Fundación EOI confirma el hecho de que la implantación del sistema Lean proporciona numerosas mejoras y beneficios en un amplio número de aspectos de la empresa y al mismo tiempo pone de manifiesto la utilidad de Lean como apuesta clave para la competitividad de las empresas. Según este estudio, alrededor del 90% de las empresas consultadas valoraron como mucho o bastante las mejoras obtenidas relativas a reducción de costes, mayor flexibilidad, participación del personal, aprovechamiento de los recursos y aumento de la productividad.

#### 8.1 TEACHING LEAN CONSTRUCTION: PONTIFICAL CATHOLIC UNIVERSITY OF PERU TRAINING COURSE IN LEAN PROJECT & CONSTRUCTION MANAGEMENT

En el año 2012 en la Universidad Pontificia Católica de Perú, se realizó un curso con varios estudiantes para entender y comprender la implementación del Lean Construction, realizando diferentes talleres utilizando las diferentes herramientas del Lean y su aplicación, este antecedente internacional nos sirve como referencia ya que podemos ver diferentes metodologías para entender la implementación del Lean Construction en los proyectos, las cuales nos pueden servir como guía para la implementación del Lean en nuestro proyecto y en la empresa Grammar S.A.

#### 8.2 IMPLEMENTATION OF LEAN CONSTRUCTION TECHNIQUES FOR MINIMIZING THE RISKS EFFECT ON PROJECT CONSTRUCTION TIME

En los proyectos de construcción se asumen varios factores de riesgo, que limitan las posibilidades de éxito cada vez más, uno de los ejercicios de implementación de la metodología Lean se realizó en Egipto, donde a través de una de sus herramientas; last planner (ultimo

planificador) se midió y mejoro el tiempo de entrega del proyecto, teniendo como base la planificación diaria, semanal y mensual, donde la diaria se vuelve el elemento de control más importante, debido a que permite el seguimiento, medición de avance y desperdicio de tiempos en unidades más cortas; día.

Al final Los resultados mostraron que el total de tiempo del proyecto se reduce en un 15,57% debido a la disminución de los valores de PET, mientras que los valores de PPC mejoraron. Todo esto se debe a minimizar y mitigar el efecto de la mayoría de los factores de riesgo en este proyecto debido a la implementación de las técnicas lean.

Este artículo nos sirve como guía para el estudio y análisis que se desarrollara en nuestro proyecto, y así garantizar mejoras en los procesos constructivos y desarrollo de obras civiles para la compañía objeto de estudio.

## **9. MARCO TEORICO**

### **9.1 MARCO TEÓRICO**

Para esta investigación y/o proyecto, se aplicara en la empresa Gramar S.A, la implementación de la metodología Lean Construction, para ello, partiremos entonces por definir y entender en que consiste la Metodología y la aplicación de sus conceptos en la construcción, como un nuevo pensamiento en la gestión de proyectos.

#### **9.1.1 LEAN CONSTRUCTION**

Lean Construcción es una estrategia de gestión de proyectos de construcción, que busca disminuir las pérdidas y aumentar las ganancias, enfocándose en la eliminación de actividades y procesos que no tienen ningún tipo de valor y optimizar las que si lo tienen.

El término “Lean” nació en Japón en la década de los 50 y 60 como resultado del estudio de un grupo de ingenieros de la compañía Toyota, que pretendían encontrar la manera de mejorar la producción y el ensamble, disminuyendo los residuos y el tiempo de producción. Este análisis se consolidó con la creación del TPS—*Toyota Production System* a finales de los 80.

Lo que se conoce como metodología “Lean” aplicado a la construcción, nació en el año 1992, y fue hasta el 2002, cuando llegó a Colombia de la mano de instituciones como la Universidad EAFIT (Medellín) y la Universidad de los Andes (Bogotá) con grupos de investigación dedicados al estudio e implementación de esta estrategia de gerencia, haciendo difusión de conceptos y principios mediante capacitación de sensibilización tanto a nivel directivo de las empresas como a los grupos de producción.

No existe ningún ente o legislación que controle el uso de la metodología para Colombia, hay organizaciones como la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), y el consejo Colombiano de Construcción sostenible (CCCS) con cursos permanentes para el fomento de la metodología y sus lineamientos y estrategias de gerencia.

En el documento “*introducción a Lean Construcción*” de la fundación Laboral de la Construction de Madrid, realizado por el autor Juan Felipe Pons Achell, define el Lean de la siguiente manera: “Lean obedece al hecho de que este sistema utiliza menos de todo comparado con la producción en masa: la mitad de esfuerzo humano en la fábrica, la mitad de espacio en fabricación, la mitad de inversión en herramientas, la mitad de horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto en la mitad del tiempo” (Pons,2014)

“Lean es crear valor para el cliente y eliminar desperdicio, según la filosofía Lean, todo lo que no genera valor para el cliente es muda o desperdicio que puede ser eliminado o minimizado” (Pons, 2014)

En comparación con esta definición del lean, encontramos una definición más específica y puntual en el ámbito de la construcción en el documento Filosofía Lean Construction para la Gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. Según el Lean Construction Institute, “Lean Construction es una filosofía que orienta hacia la administración de la producción en la construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agreguen valor al proyecto y optimizar las actividades que si lo hacen”

“En la filosofía Lean a diferencia del PMI la planificación y control son procesos complementarios y dinámicos.”(Pons, 2014)

En conclusión, tomando las definiciones del lean en la investigación, logramos entender que es un método para optimizar recursos, generando valor a las actividades que realmente lo requiere.

### 9.1.2. ¿POR QUÉ ES TAN DIFÍCIL IDENTIFICAR LA IMPRODUCTIVIDAD?

*Juan Felipe Pons Achell (2014)*

1. Porque normalmente la improductividad esta oculta y acabamos asumiendo como productivas tareas que no lo son.
2. Porque muchas organizaciones terminan habituándose a convivir con el desperdicio, encontrando maneras de trabajar alrededor del problema y aceptando como mejoras, medidas provisionales o parches sin atacar la causa raíz.
3. Porque no medimos ni cuantificamos el desperdicio y por lo tanto no somos conscientes del dinero que nos cuesta la improductividad.
4. Porque no se ha formado a los trabajadores, directivos y cargos intermedios para aprender a identificar y eliminar el desperdicio.

### 9.1.3 LOS PRINCIPIOS LEAN

El pensamiento Lean tiene cinco principios básicos definidos por Womack y Jones (1996).

En este proceso, Juan Pons define los 5 principios básicos a tener en cuenta en la implementación del Lean, evidenciando que cada uno de estos principios tiene relación el uno con el otro y que son claves para implementación de esta metodología en cualquier proceso.

#### 9.1.3.1 VALOR

Lean es crear valor para el cliente, esto implica entender que quiere el cliente.

#### 9.1.3.2 VALUE STREAM (CADENA VALOR O FLUJO DE VALOR)

Entendemos por cadena de valor todas las actividades actualmente necesarias para la transformación de materiales e información en un producto o servicio terminado y entregado al cliente, desde la concepción de su diseño hasta su lanzamiento y desde el pedido hasta la entrega.

#### 9.1.3.3 FLUJO

En la mayoría de los flujos de valor, las actividades que realmente añaden valor tal y como lo percibe el cliente representan una fracción mínima del total.

Eliminar desperdicio es una forma de crear flujo continuo en toda la cadena de valor.

#### 9.1.3.4 SISTEMA PULL

Es un sistema de control de la producción en el que las actividades aguas abajo dan la señal de sus necesidades a las actividades aguas arriba en la cadena de valor.

El sistema Pull es un componente fundamental del Just-in-time y se esfuerza por eliminar el exceso de inventario y la sobreproducción.

### 9.1.3.5 PERFECCIÓN

Lean lexición define perfección como un proceso que proporciona puro valor, tal y como ha sido definido por el cliente, sin ninguna muda o desperdicio de ninguna clase.

Para lograr esto son fundamentales 3 herramientas de la cultura Lean: **el kaizen o mejora continua, la estandarización de procesos y un plan de acción.** (Pons Achell, 2014)

Ahora bien, para complementar estos 5 principios, existen las herramientas en el ámbito de la construcción aplicadas en el Lean Construction relacionadas en el documento “*Filosofía Lean Construction para la Gestión de proyectos de construcción: una revisión actual.*”

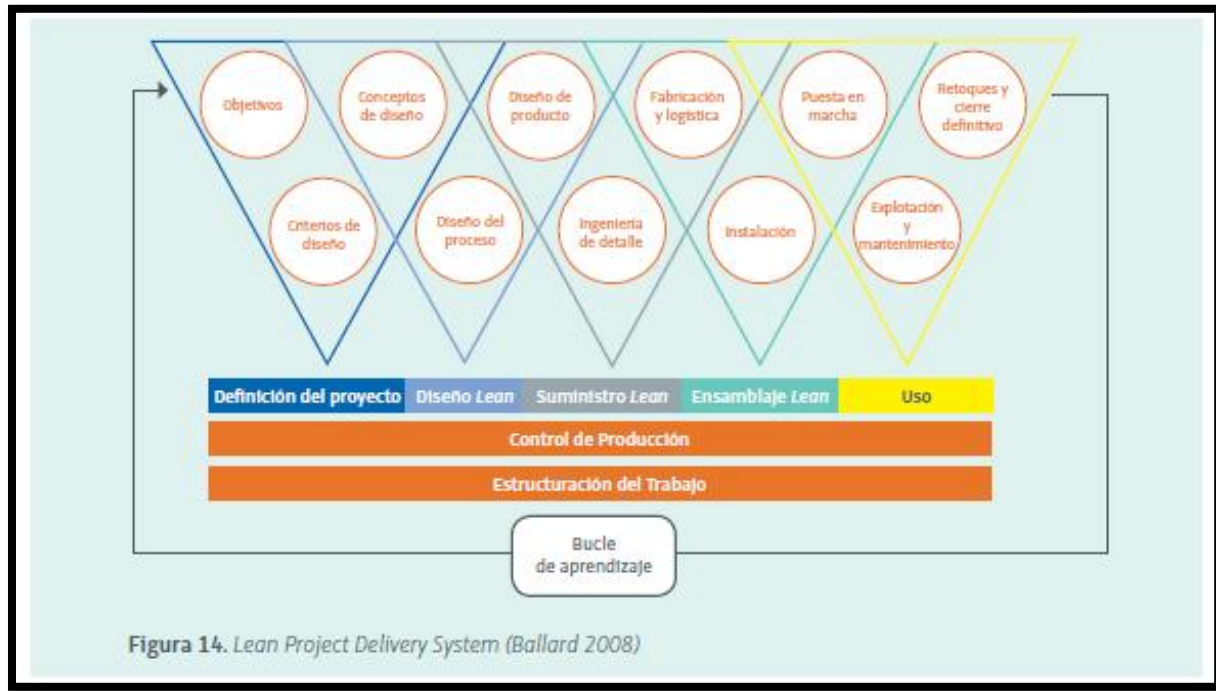
## 9.1.4 HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION

### 9.1.4.1 LEAN PROJECT SYSTEM (LPDS)

Se define como un proceso colaborativo para la gestión integral del proyecto, a lo largo de toda el ciclo de la vida de este. Se emplea un equipo en todo el proceso para alinear afines, recursos y restricciones.

FIGURA 3

*Modelo Project System*



Recuperado de *Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid*

#### a. FASE DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El equipo de diseño, compuesto por arquitectos, ingenieros y constructores, trabaja con los propietarios o promotores para definir el propósito y traducir ese propósito en requisitos específicos. Durante esta fase, el propietario determina el coste permitido para el proyecto, es decir, la cantidad máxima para el proyecto que puede soportar el modelo de negocio. El equipo se compromete en sus costes teóricos, que son menores que los costes autorizados, para estimular la innovación. El coste esperado es la cantidad que se espera que el proyecto cueste, y es por lo general más alto que el coste objetivo:

$Coste\ permitido \geq Coste\ esperado \geq Coste\ objetivo$  (definimos coste objetivo en el siguiente punto).

b. FASE DE DISEÑO *LEAN*

En la fase de diseño, el equipo crea múltiples alternativas, basadas en los requisitos de diseño, las limitaciones del proyecto y el coste objetivo. El objetivo es encontrar la alternativa de diseño que mejor cumpla los propósitos del propietario y entregar el máximo valor al cliente. Cuando los equipos pueden colaborar en esta fase, muchos de los costes de contingencias movidas por el diseño pueden ser eliminados o minimizados; esos ahorros pueden ir directamente a un mayor beneficio o a satisfacer más necesidades del cliente. Durante todo el proyecto, el cálculo rápido y sincronizado de alternativas es importante para permitir la toma de decisiones que más beneficie al negocio y al proyecto.

c. FASE DE SUMINISTRO *LEAN*

El suministro *Lean* consiste en ingeniería de detalle, fabricación y entrega, lo que requiere como prerrequisito indispensable el diseño del producto y del proceso para que el sistema conozca con detalle lo que debe producir y cuándo entregar esos componentes. Los planes de la cadena de suministro están diseñados para facilitar la entrega *Just-in-Time* de materiales a la obra. La filosofía detrás de estos acuerdos es suministrar sólo lo necesario, puntualmente en el tiempo requerido, solo en la cantidad necesaria.

d. FASE DE MONTAJE O EJECUCIÓN *LEAN*

El ensamblaje o ejecución de obra *Lean* se inicia con la entrega de información, materiales, mano de obra, herramientas, o componentes necesarios para la ejecución en la obra o



instalación y termina con la finalización de las instalaciones y puesta en marcha del edificio o infraestructura.

Durante la fase de montaje o ejecución, el sistema del último planificador se utiliza para controlar la producción y mantener el flujo continuo de materiales e información a lo largo de toda la obra a medida que esta avanza según un sistema *Pull* que tira a través de la planificación o programación.

#### e. FASE DE USO Y MANTENIMIENTO

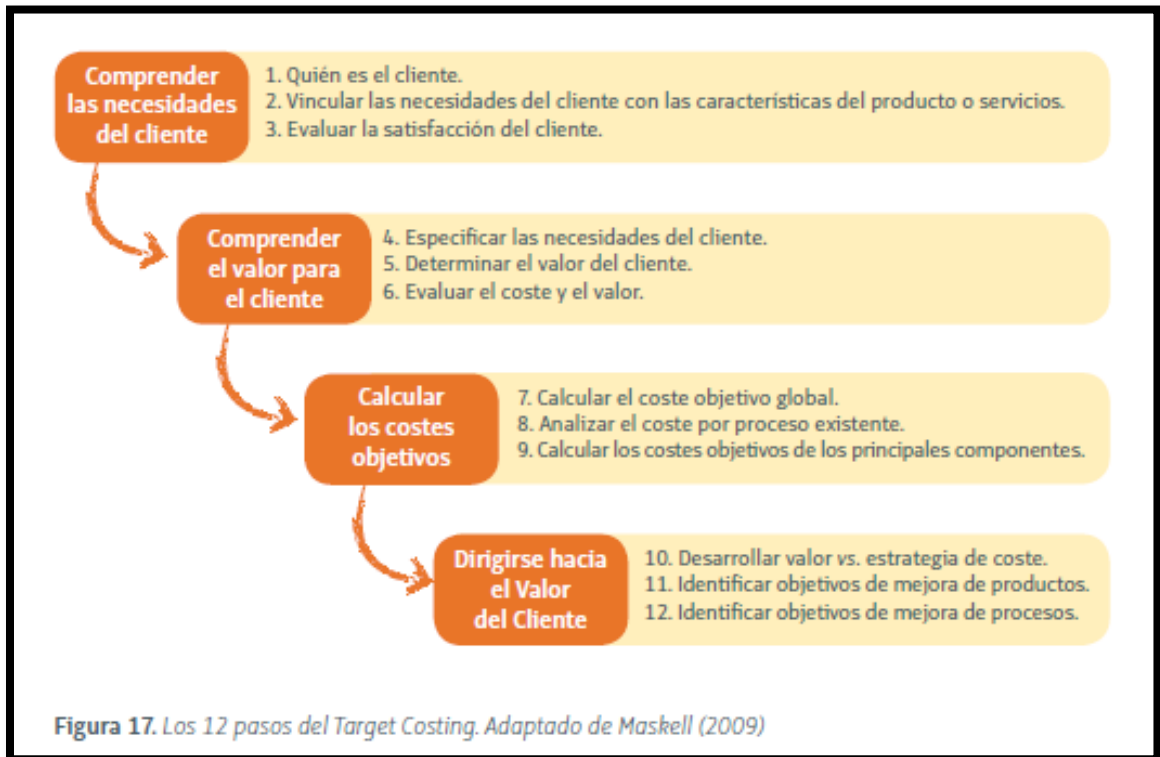
El ensamblaje concluye cuando el cliente tiene un uso beneficioso de la instalación o edificio, que por regla general se produce después de la entrega y puesta en marcha del edificio, instalación o infraestructura. Esta fase termina con el cierre de la obra, los retoques definitivos, y la explotación y mantenimiento del edificio o instalaciones.

#### 9.1.4.2 TARGET COSTING

Su objetivo es obtener una comprensión verdadera de las necesidades y requerimientos del cliente, se genera en el proceso de definición del proyecto.

Mientras que una empresa con un modelo de gestión tradicional tiende a dirigir su negocio basándose principalmente en costes y beneficios, las empresas *Lean* ponen su punto de atención en el valor que pueden crear para el cliente y el beneficio de toda la cadena de valor. *Target Costing* permite a las empresas *Lean* dirigir su negocio desde el valor del cliente.

**TABLA 4**  
*Pasos del Target Costing*



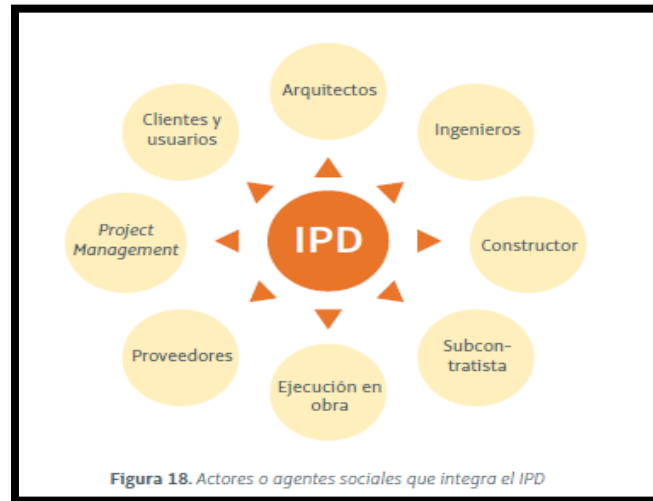
Recuperado de *Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid*

#### 9.1.4.3 INTEGRATED PROJECT DELIVERY (IPD)

*IPD* es una evolución del *LPDS* que además incorpora los diferentes niveles de colaboración y modelos de contrato entre múltiples partes. La gestión y ejecución integrada del proyecto o *IPD* es un enfoque de la ejecución de proyectos que integra personas, sistemas, estructuras y prácticas empresariales en un proceso que aprovecha colaborativamente el talento y los puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, aumentar el valor para el cliente, reducir el desperdicio y maximizar la eficiencia en todas las fases de diseño, fabricación y construcción.

**FIGURA 4**

*Actores o agentes sociales que integra el IPD*



Recuperado de *Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construcción de Madrid*

a. PRINCIPIOS IPD

- El respeto mutuo y la confianza
- Beneficio mutuo y recompensa
- Innovación colaborativa y toma de decisiones
- La participación temprana de los participantes clave
- Definición temprana de los objetivos
- Planificación intensificada
- Comunicación abierta
- Tecnología apropiada
- Organización y liderazgo

En un proyecto integrado el flujo del proyecto desde la conceptualización hasta su ejecución y cierre difiere significativamente de un proyecto tradicional. Estas fases son las mismas que he-

mos descrito antes para el *LPDS*. En este punto nos focalizaremos más en el momento de la toma de decisiones y el rol que adoptan los principales agentes que intervienen en el proyecto.

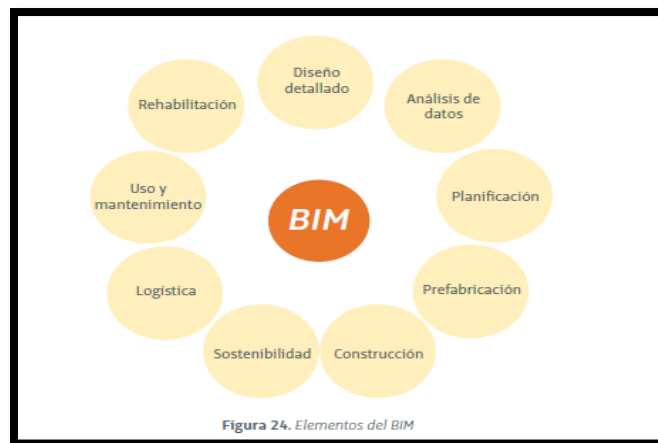
#### b. INTEGRACIÓN DEL BIM DENTRO DEL IPD

*BIM* sirve como fuente de conocimiento compartido para obtener información sobre un edificio o instalación, que forma una base fiable para tomar decisiones durante su ciclo de vida desde el inicio en adelante.

#### c. *BIM* COMO CATALIZADOR Y SISTEMA INTEGRADO EN EL *IPD*

Las estrategias de toma de decisiones de manera colaborativa son fundamentales para el proceso de *IPD*. Incluso si, hipotéticamente, un proyecto llevado a cabo según *IPD* se entrega y ejecuta sin usar *BIM* y viceversa, los mayores beneficios se alcanzan cuando las metodologías *BIM* se aplican junto con los procesos de *IPD*.

**FIGURA 5**  
*Elementos del BIM*



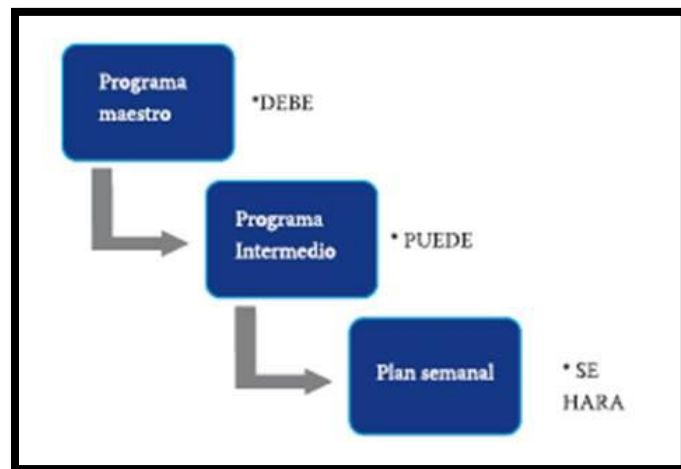
*Recuperado de Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid*

#### 9.1.4.4 SISTEMA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR SUP

Este sistema, fue desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell en el marco de los objetivos de la filosofía “Lean Construction” como un sistema de planificación y control de la producción para mejorar la viabilidad en las obras de construcción y reducir la incertidumbre en las actividades programadas. Básicamente el SUP, es un enfoque práctico en el cual los gerentes de construcción y los jefes de equipo colaboran para preparar planes de trabajo que pueden ser ejecutados con un alto grado de fiabilidad.

## FIGURA 6

*Estructura del SUP*



Modelo de planificación en cascada.

Recuperado de *Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid*

### a. PROGRAMA MAESTRO

Es la programación de todas las actividades necesarias para realizar la construcción desde los elementos estructurales, arquitectónicos, entre otros, que hacen parte del proyecto. La programación se hace en forma de diagrama de Gantt.

### b. PROGRAMA INTERMEDIO

Consiste en desglosar la programación general para evitar perder tiempo y material, se destacan aquellas actividades que deberían hacerse en un futuro cercano.

c. PROCESOS PROGRAMA INTERMEDIO:

1. Definición del intervalo de tiempo: es medido por semanas, su número depende de características del proyecto y de los tiempos para adquirir la información, materiales, mano de obra y maquinaria.

Definición de las actividades que serán parte del plan intermedio: se deben explorar minuciosamente todas las actividades del plan maestro que estén contenidas dentro de los intervalos definidos.

2. Análisis de restricciones: una vez identificadas las tareas que serán parte del plan intermedio es necesario asegurar que estén libres de restricciones para que puedan ser llevadas a cabo en el momento fijado.

3. Intervalo de trabajo ejecutable: está compuesto por todas aquellas tareas que tienen la mayor probabilidad de ser ejecutadas, es decir, aquellas que pasaron por el proceso de revisión y están libres de restricciones; de esta manera se crea un intervalo de tareas que se han de ejecutar.

d. PLANIFICACIÓN SEMANAL

Es realizada por los administradores de la obra, jefes de terreno, jefes de obra y todos aquellos que supervisan directamente la ejecución de los trabajos en obra. Se mide el porcentaje de actividades completadas PAC para saber porcentualmente cual fue el número de actividades programadas que realmente se ejecutaron y así medir que tan efectiva fue la planificación

semanal y además tabular las causas por las cuales el PAC no fue el 100% para corregirlas en la siguiente semana. PPC: porcentaje de programa cumplido.

En este proceso vemos que todos los miembros están involucrados en el proceso del proyecto, desde el gerente planificador, contratistas proveedores y personal de campo, donde todos tienen que estar en conexión y apuntar a cumplir con los objetivos planteados desde el plan maestro.

#### e. PRUEBA DE LOS CINCO MINUTOS PARA EL ANÁLISIS DE PÉRDIDAS

En el proceso de aplicación de Lean Construction el primer paso es realizar un estudio cuantitativo del tiempo de permanencia en obra de los trabajadores, para estimar que tan productiva es la labor de todo el conjunto de cuadrillas en la obra y así tener un estimado del tiempo dedicado realmente a hacer labores para optimizarlo y tomar medidas de corrección en cuanto al tiempo desperdiciado.

Para ello se realiza un formato de prueba llamado “Medición de perdidas” o “prueba de los cinco minutos”.

El procedimiento consiste en hacer un muestreo aleatorio simple de la población de estudio en las actividades más relevantes y analizar a que se dedica un tiempo de cinco minutos/obrero en ese intervalo de tiempo estudiado un obrero puede usar el tiempo de tres formas:

1. Tiempo productivo: es el tiempo que el trabajador destina a la producción de alguna unidad constructiva.

2. Tiempo contributivo: es el tiempo dedicado a labores necesarias para que se realicen las acciones productivas.

3. Tiempo no contributivo: es el tiempo que no se aprovecha para trabajar, como por ejemplo descanso, tiempo ocioso, entre otros.

Para el análisis de los resultados de los tiempos que se toman en campo es muy útil usar los diagramas de Pareto.

### 9.1.5 FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN: UNA REVISIÓN ACTUAL

Este prueba es importante realizarla para manejar desde un punto más cercano y aterrizado el tiempo que se está invirtiendo en las actividades y si su eficiencia es la indicada para el proceso o actividad, o poder tomar los correctivos (mejora continua) para poder cumplir con los tiempos y actividades establecidas.

### 9.1.6 RELACIÓN ENTRE LEAN CONSTRUCTION Y PMBOK

Teniendo en cuenta que la propuesta busca la metodología apropiada para mejorar la problemática en Gramar S.A.S. Inicialmente planteamos que nuestra investigación se basa en dos metodologías (LEAN CONSTUCTION Y/O PMBOK).

Durante el proceso de investigación encontramos que LEAN CONSTRUCTION es una metodología y PMBOK es una guía, buscamos si existe una relación entre Lean Construction y Pmbok o que posible relación se puede hacer entre estas dos, para lograr el objetivo final de optimizar los recursos y manejar los desperdicios de Gramar S.A.S.

LEAN CONSTRUCTION es una metodología que se basó en el sistema de producción de Toyota, la cual se basa en el método de la mejora de la productividad y calidad del producto por medio del control y manejo de los desperdicios.



PMBOK es la guía gerencial de las prácticas comunes para el desarrollo de proyectos: inicio, planeación, ejecución, seguimiento - control y cierre. La cual desprende 9 áreas de conocimiento, buscando el ahorro de tiempo y costo.

En nuestra investigación encontramos que según *Yon Valverde*, especialista Lean en Lean en *Valverde Consultores*, expone las influencias que ha tenido Lean en los diferentes marcos de la dirección de proyectos, expuesto el pasado 3 de marzo desde el *PMI Castilla y León Branch*.

Yon, expone que el Lean está dividido en dos partes: “el Lean es en un 50% el modelo del Sistema de Producción de Toyota y en otro 50% humanismo, es decir, logro mediante las personas “

Yon, habla del lado más humano del Lean y expone “en que para tener éxito en la dirección de un proyecto, es necesario dominar las técnicas de gestión de personas “ es aquí donde encontramos una relación directa con el PMBOK ya que aquí en uno de sus 9 áreas de conocimiento y gestión involucra **GESTION DEL RECURSO HUMANO DEL PROYECTO** puede ser aplicada en conjunto con el Lean para alcanzar el lado humano que expone Yon, también aconseja en caso de no tener en cuenta el Pmbok utilizar las competencias de comportamiento como las denomina el modelo IPMA de Dirección de Proyectos.

Por otro lado vemos que el Pmbok trata de buscar el ahorro de tiempo y costo en la ejecución de proyectos, lo cual puede estar ligado al concepto del Lean Construction, que es la reducción de los desperdicios a lo largo de la operación, lo cual involucra la mayor eficiencia para reducir sobrecostos y tiempo en la realización de los proyectos, aquí puede entrar LA GESTION DE TIEMPO de Pmbok, complementada con la filosofía Lean JIT (JUST IN TIME) en busca del cumplimiento de la entrega final del proyecto.

En conclusión encontramos que estos dos sistemas (Lean Construction – Pmbok) se podrían integrar o complementar para generar un resultado más óptimo en la elaboración de los proyectos.

## 9.2 MARCO CONCEPTUAL

### 9.2.1 LEAN CONSTRUCTION

*Lean Construction* persigue la excelencia a través de un proceso de mejora continua en la empresa, que consiste fundamentalmente en minimizar o eliminar todas aquellas actividades y transacciones que no añaden valor, a través de la optimización de recursos y la maximización de la entrega de valor al cliente, para diseñar y producir a un menor coste, con mayor calidad, más seguridad y con plazos de entrega más cortos, dentro de un marco ecológico con el entorno.

### 9.2.2 DESPERDICIO

Durante la investigación también se encuentra un término que maneja el Lean para las actividades que no tienen valor, llamada “**residuos o desperdicios**”.

Esta es su definición según el contexto del Lean:

“Se entiende por residuo todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva”. (Hernán Porras & Omar Giovanny, 2014)

“Muda es una palabra japonesa que traduce desperdicio, en el sentido de toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor”. (Pons, 2014)

En ambos casos, vemos que el término “desperdicio” no hace referencia a sobrante físico de materiales, como lo podríamos entender en una primera instancia, sino “desperdicio” como un

todo que genera pérdidas económicas y de valor en las actividades durante su proceso de planeación, ejecución, control y entrega final.

9.2.2.1 CLASIFICACIÓN DE DESPERDICIOS: Sobreproducción; Transporte innecesario; Exceso de inventario; Sobreproducción; Exceso de inventario; Defectos de calidad; Movimientos innecesarios; Talento.

*“El error del pensamiento tradicional de la construcción es centrarse en las actividades de conversión y no tener en cuenta el flujo de los recursos para lograr la generación de más valor en los productos obtenidos” (Hernán Porras & Omar Giovanny, 2014)*

Se puede entender que desde el ámbito de la construcción un punto clave es ver el desarrollo del proyecto como un todo, desde su planificación, ejecución y entrega, y no trabajar como procesos independientes, sino como actividades que van ligadas unas con las otras, procesos en desarrollo de la mejora continua.

En los siguientes documentos encontraremos algunos conceptos que nos sirven de guía y soporte para la implementación del Lean Construction en la empresa Gramar S.A.

***-Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid.***

Autor: Juan Felipe Pons Achell (2014)

En este documento, encontramos la teoría para comprender el origen y la aplicación del Lean en los proyectos, sus fundamentos y conceptos a tener en cuenta para la elaboración de un proyecto con la filosofía Lean.

***-Filosofía Lean Construction para la Gestión de proyectos de construcción: una revisión actual.*** Autores: Hernán Porras, Omar Sánchez Rivera y José Galvis Guerra. (2014)

En este documento encontramos un enfoque hacia la construcción, es un documento realizado por Ingenieros civiles de Colombia y nos explican en un breve documento y de forma muy clara la aplicación del Lean Construction en los proyectos de construcción, a entender sus conceptos y metodologías al momento de aplicar esta metodología en un proyecto de obra civil.

### **9.3 MARCO LEGAL**

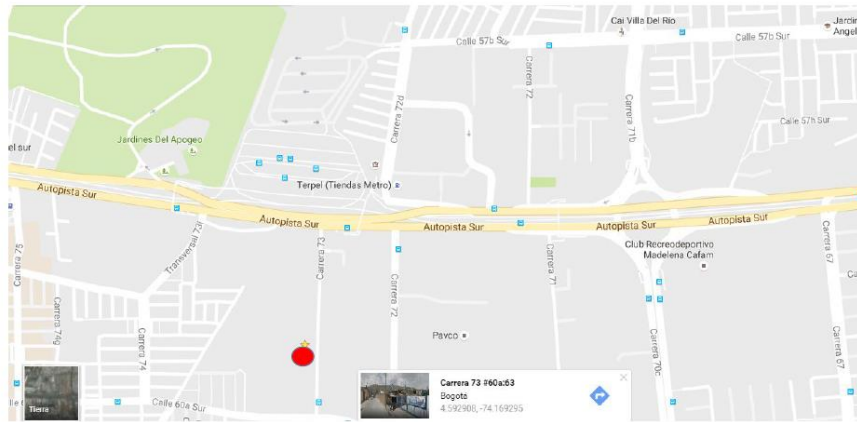
Universidad EAFIT (Medellín)

Universidad de los Andes (Bogotá) con grupos de investigación dedicados al estudio e implementación de esta estrategia de gerencia.

### **9.4 MARCO GEOGRAFICO**

La empresa Gramar S.A se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá en la carrera 73 # 60<sup>a</sup> – 41 SUR allí desarrollaremos una parte de nuestro proyecto basándonos en los procesos actuales y las mejoras que se le puedan realizar a estos, esta ubicación es la de la planta de gramar donde se desarrollan los procesos de fabricación de los granitos y mármoles que posteriormente son despachados a cada una de las obras.

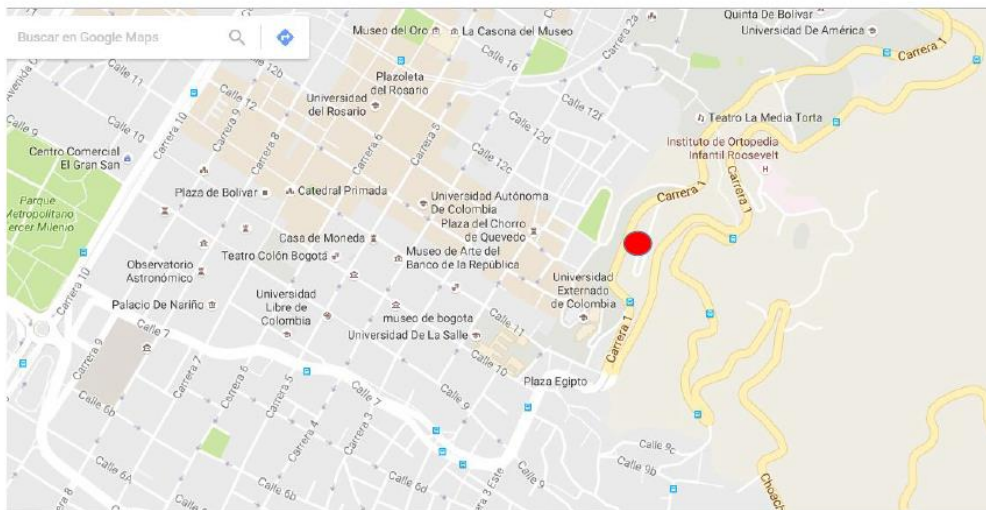
**Gráfica 1**  
*Planta granitos y mármoles S.A*



Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Gramar+Sede+Toberin>

De igual manera a continuación se relacionan las ubicaciones de las obras que se visitaran a lo largo del proyecto y donde se concentrara la mayoría del tiempo para la realización del proyecto:

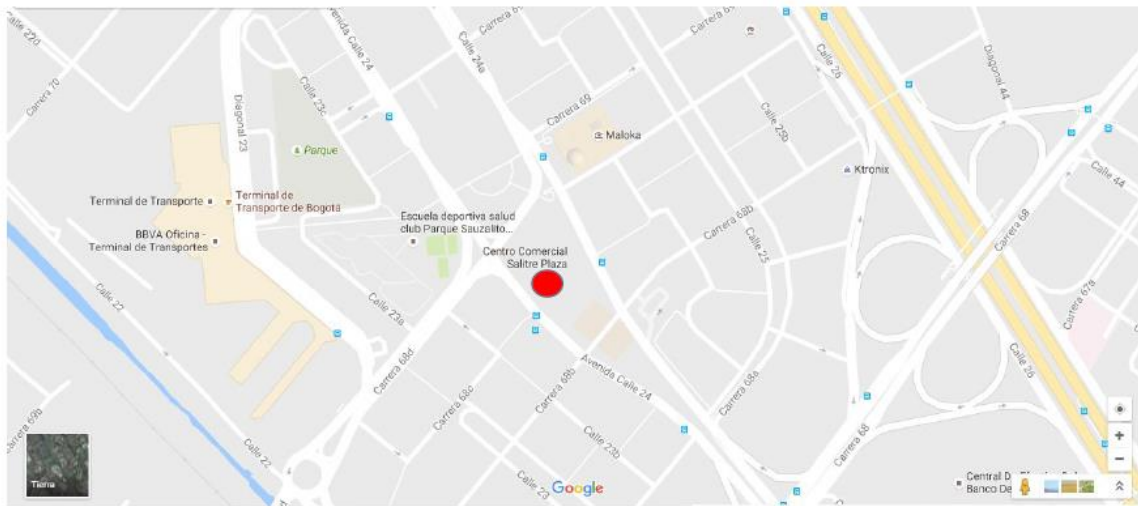
**Gráfica 2**  
*Bloques H e I – Universidad Externado de Colombia*



Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Externado+de+Colombia/>

### Gráfica 3

#### Remodelación Centro Comercial Salitre Plaza



Recuperado de <https://www.google.com.co/maps/place/Salitre+Plaza/>

## 10. METODOLOGIA

1. Planteamiento del problema
2. Análisis y estudio de metodología Lean Construction como herramienta a utilizar como guía para la generación de la propuesta final para lograr disminuir los desperdicios en Grammar.
3. Estudio de casos: se realizara el análisis de 2 obras de Grammar (2 en ejecución) para determinar de manera más precisa los desperdicios (costo, tiempo, material) y el impacto económico que generan dichos desperdicios en la empresa.
4. Implementar herramientas del Lean Contruction para el control de las diferentes obras de Grammar.
5. Hacer pruebas y visitas de campo para determinar en que están invirtiendo sus actividades el personal en campo.

6. Generar formatos de control desde la producción del material, hasta la instalación en obra y así tener mayor control de los insumos realizando procesos de mejora continua.
7. Incluir en el pensamiento Lean al personal de GRAMMAR desde el gerente, Coordinador, residente, almacenista, obrero, ya que en el proceso Lean es clave que todas las partes estén involucradas y conectadas como una cadena direccionando hacia el mismo objetivo.
8. Generar estrategias que a futuro y en próximos proyectos puedan bajar el índice de desperdicio inicial, por medio de los procesos anteriormente mencionados.

## 11. ESTUDIO DE CASO

Al implementar una metodología para todos los procesos de obras en una compañía, es importante analizar los procesos que llevan en ella para la ejecución de sus obras, por lo que se tomaran y analizaran 2 obras en ejecución en Gramar S.A. Hacer el análisis y diagnóstico implementando la metodología LEAN.

Se tomaran dos proyectos en ejecución como objeto de estudio:

| <b>PROYECTO A</b>         |   |
|---------------------------|---|
| Nombre del proyecto       | Universidad Externado de Colombia<br>Bloque I   |
| Nombre de la constructora | PAYC S.A.   |
| Objeto del contrato       | Construcción de los enchapes en mármol y granito del edificio I                                       |
| Costo                     | 4.818.056.752   |
| Duración                  | 14 meses  |
| Ubicación                 | Carrera 5ta este No 12B - 54 Bogotá   |
| A tener en cuenta         | Suministro e instalación - cantidades realmente instaladas bajo la figura de precios unitarios fijos. |

*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017*

El proyecto en mención donde fue aplicada la metodología se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, durante un periodo de 6 meses (octubre – marzo) de 2017. Como se cita en el cuadro el objeto del contrato fue el suministro e instalación de los enchapes en piedra natural para interiores y exteriores del edificio bloque I de la Universidad Externado de Colombia.

| <b>PROYECTO B</b>         |   |
|---------------------------|---|
| Nombre del proyecto       | Remodelación centro comercial Salitre Plaza   |
| Nombre de la constructora | PAYC S.A.   |
| Objeto del contrato       | Suministro e instalación de mármol, incluye demolición y remoción de los enchapes de piso             |
| Costo                     | 3.585.700.235   |
| Duración                  | 10 meses  |
| Ubicación                 | Carrera 68 B # 24-39 Bogotá   |
| A tener en cuenta         | Suministro e instalación - cantidades realmente instaladas bajo la figura de precios unitarios fijos. |

*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017*

El segundo proyecto objeto de estudio se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, durante un periodo de 6 meses (octubre de 2016 – marzo de 2017. Para este proyecto se contrataron actividades de suministro e instalación de piedra natural en interiores, incluyendo actividades adicionales como demolición y remoción de enchapes y acabados antiguos.

Como se mencionaba, la idea es implementar la metodología para la compañía, por lo que no se descarta la inclusión de más proyectos que sean adjudicados en un futuro.

## **12. ENTREGABLES**



Como resultado del presente proyecto a continuación se listan los entregables resultantes de la implementación de la metodología Lean Construction para la empresa gramar S.A:

- Procedimiento estandarizado de los procesos más significativos según las visitas y análisis realizados.
- Formatos implementados según las necesidades que se identifiquen a lo largo de la implementación.
- Actas de evidencia de pruebas realizadas en obra.
- Registro fotográfico
- Informe final de resultados

### **12.1 ACTAS DE VISITAS A OBRA EVIDENCIANDO EL AVANCE DE CADA UNA DE ELLAS:**

Para el estudio de caso que se realizara necesariamente debemos visitar las obras escogidas y a las cuales tenemos autorización de ingresar, para ello se implementaran unos formatos llamados actas de visitas para allí recopilar toda la información de dicha visita.

### **12.2 PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO DE LOS PROCESOS MÁS SIGNIFICATIVOS SEGÚN LAS VISITAS Y ANÁLISIS REALIZADOS:**

Según las visitas realizadas a la obras y los análisis de cómo se están llevando a cabo los diferentes procesos se estandarizaran los más necesarios que se determinaran a lo largo del desarrollo del proyecto con el fin de optimizar los recursos en obra, esto atreves de procedimientos detallados y plasmados por escrito.

### **12.3 FORMATOS IMPLEMENTADOS SEGÚN LAS NECESIDADES QUE SE IDENTIFIQUEN A LO LARGO DE LA IMPLEMENTACIÓN.**

La implementación de formatos se determinará según las necesidades del desarrollo de la actividad principal de la empresa y los que se requieran para garantizar el control y cumplimiento de lo establecido según el LEAN CONSTRUCTION para la optimización de recursos.

### **12.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO**

Durante el desarrollo del proyecto se llevará un registro fotográfico de las actividades evidenciando las situaciones en campo que se podrían mejorar las condiciones de la obra.

### **12.5 INFORME FINAL:**

Al finalizar la implementación de la metodología se realizará un documento o informe donde se evidencien las actividades desarrolladas a lo largo del proyecto y los resultados obtenidos.

## **13. ALCANCE Y LIMITACIONES**

### **13.1 ALCANCE.**

El proyecto se realizará en la ciudad de Bogotá en la empresa Gramar S.A con un periodo de 1 año contemplando lo siguiente:

Implementar la metodología Lean Construction en la empresa Gramar S.A, para lograr mayor eficiencia en la ejecución de las obras ejecutadas, el proyecto se centra en la optimización de

todos los recursos realizando análisis de rendimiento en las obras y de desempeño para así lograr corregir y estandarizar los procesos llevados a cabo actualmente.

1. Obtener pruebas de análisis de desempeño y rendimiento de obra.
2. Estandarizar que procesos no generan valor
3. Establecer procedimientos que garanticen mayor optimización del tiempo
4. Plasmar mediante herramientas graficas el resultado de lo analizado.

### **13.2 LIMITACIONES.**

Las siguientes limitaciones restringirán la implementación de la metodología:

- A. Ausencia de permisos para el ingreso a las obras y planta de gramar S.A
- B. Disposición del personal para brindar información importante para la toma de datos.

Autorización de la gerencia para dicha implementación

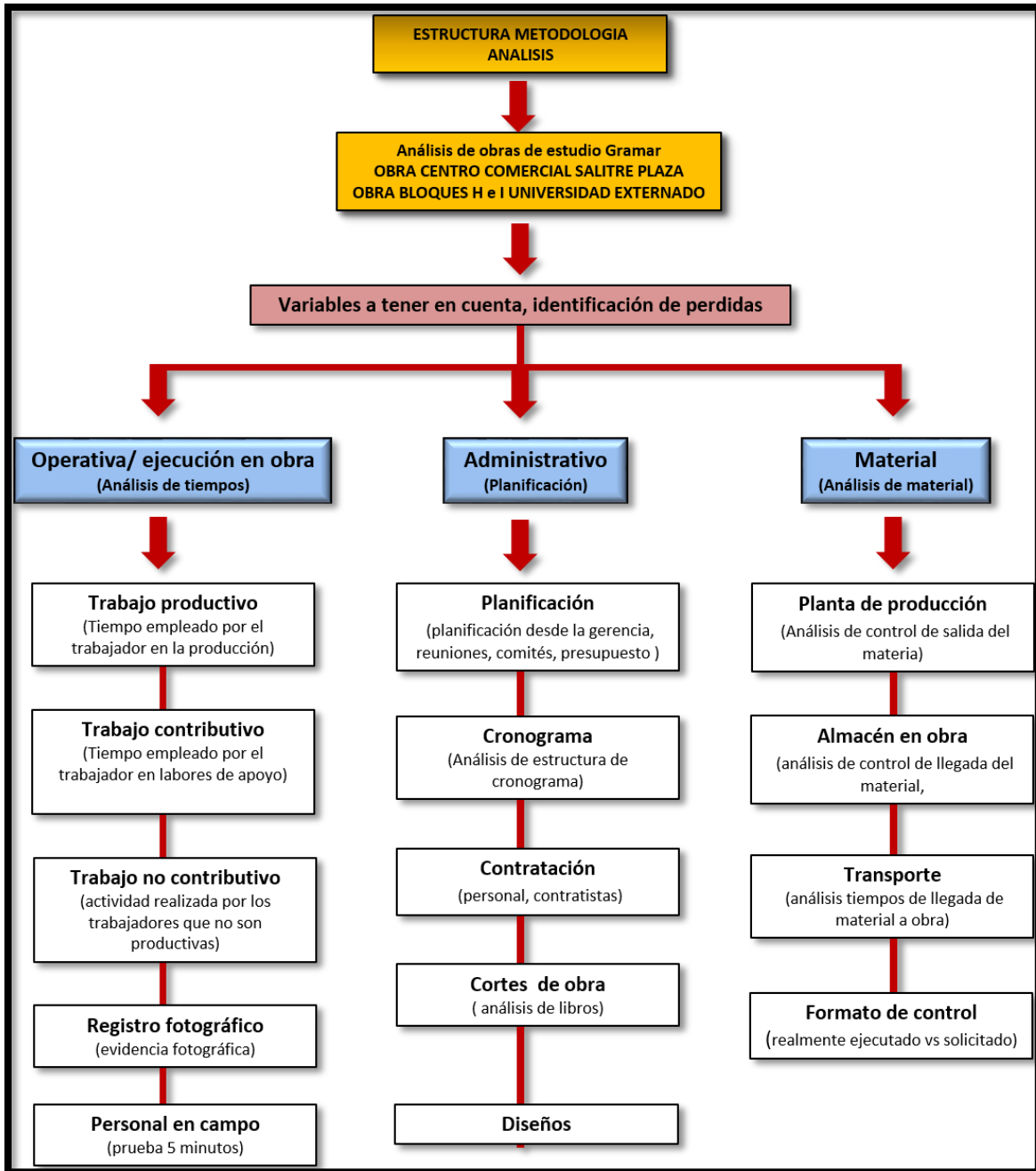
## **14. CONCLUSION**

EL Lean Construction es una metodología apropiada que nos permitirá mejorar los procesos de la empresa Gramar S.A para la mayor eficiencia en el desarrollo de sus obras civiles y optimización de recursos.

## 15. ESTRUCTURA METODOLOGICA DE ANALISIS LEAN PROPUESTA

### TABLA 5

*Gráfica estructura metodológica de análisis Lean propuesta*



*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017*

La metodología será iniciar con la identificación de las pérdidas o las actividades que no generan valor y que pueden estar afectando el costo y tiempo de ejecución de las obras de Gramar S.A.

Inicialmente se consideró estudiar 4 obras de Gramar, pero como alcance definimos 2 obras de estudio ya que se encontraban en una etapa de ejecución que nos brindaría la información necesaria para la toma de datos y análisis, la cual nos dio los resultados para identificar donde se están generando las pérdidas o desperdicios.

Las obras a analizar son:

1. Obra centro comercial Salitre Plaza
2. Obra Bloques I Universidad Externado

De acuerdo a la filosofía Lean se diseñó una estructura metodológica la cual permitió recopilar la información y datos que dieron mayor precisión en el hallazgo de las perdidas en estas 2 obras.

Como estructura de análisis se tuvo en cuenta 3 variables o componentes:

1. Operativa/ejecución en obra,
2. Administrativa
3. Material

## **15.1 OPERATIVA/EJECUCIÓN EN OBRA**

En este componente se analizó toda la parte operativa en obra, actividades, mano de obra para hallar e identificar los tiempos empleados como actividades productivas (que generan valor) y las que se consideran como perdidas.

En este componente se analizaron las siguientes variables:

**15.1.2 Trabajo productivo (TP):** Se considera trabajo productivo el tiempo empleado por el trabajador como 100% pura dedicada a la producción de la actividad a realizar.

Ej: Instalación de piso

**15.1.3 Trabajo Contributivo (TC):** Se considera trabajo contributivo el tiempo empleado por el trabajador en actividades de apoyo para que se realicen las actividades productivas.

Ej: mediciones, transporte de materiales

**15.1.4 Trabajo no Contributivo (TNC):** Se considera trabajo no contributivo el tiempo empleado por el trabajador en actividades que no son productivas y que no aportan a la actividad productiva o contributiva.

Ej: descansos, esperas etc.

**15.1.5 Registro fotográfico:** Se diseñó un formato de identificación de actividades durante la ejecución de la obra con el registro fotográfico de cómo se realizan las actividades, orden y aseo etc.

Este informe permite identificar ciertos hallazgos importantes durante la ejecución de las actividades.

**15.1.6 Personal en Campo:** Se diseñó un formato de control de personal de campo, actividades realizadas y rendimiento.

## **15. 2 ADMINISTRATIVO**

En este componente se analizó como se hace la planificación desde la parte administrativa en la ejecución de sus proyectos para hallar o identificar en que procesos hay potencial y en que procesos hay falencias al momento de la planificación que puedan afectar la ejecución de la obra y por ende generar pérdidas o desperdicios, o el adecuado seguimiento y control de las obras.

En este componente se analizaron las siguientes variables:

**15.2.1 Planificación:** Se analizó como desde la parte gerencial se hace la planificación de los proyectos, que consideraciones se tienen para realizar el presupuesto y el dimensionamiento de duración de la obra, ya que muchas veces se encuentran atrasos en obra por un mal pre dimensionamiento inicial de la duración de la obra y requerimientos para la adecuada ejecución, lo que desea el cliente realmente y el producto que se entrega.

**15.2.2 Cronograma:** Se analizó sobre qué programa se hace el PDT (plan de trabajo) y que actividades se incluyen, que variables se tienen en cuenta, como se dimensionan los tiempos y rendimientos a cumplir para la realización del seguimiento y control de las obras a ejecutar.

**15.2.3 Contratación:** Se analizó como se contrata el personal (si es personal calificado o no calificado) o que se tiene en cuenta al momento de la contratación del personal, también la contratación de contratistas o subcontratistas, si son certificados, si cumplen con la experiencia y recursos que se requieren para la ejecución de la obra, los acuerdos de formas de pagos entre el contratista y la compañía.

**15.2.4 Cortes de obra:** Se analizaron los libros de corte de obra para determinar cómo se hacia el seguimiento de las actividades para la adecuada ejecución de la obra y cumplir con los tiempos adecuados.



15.2.5 **Diseño:** Se analizó si los diseños entregados por el cliente cumplían con los requerimientos necesarios para la ejecución de la obra, planos, detalles constructivos, especificaciones, modulación que redujeran la incertidumbre en la obra e indefiniciones que generen re procesos en la obra. De igual forma que las cantidades entregadas sean realmente las que se ejecutaran en obra.

### 15.3 MATERIAL

En este componente al ser Gramar una empresa especialista en la instalación de mármoles y piedras naturales de acabados finos se consideró como un componente importante para analizar debido que el mal manejo, desperdicio, sobreproducción o viceversa podría traer afectaciones en el costo y en los procesos de instalación de la misma, para ello se generaron formatos de control y revisión del material des la salida de la fábrica hasta su llegada a la obra.

En este componente se analizaron las siguientes variables:

15.3.1 **Planta de producción:** Se diseñaron formatos para analizar el material que sale a la obra desde la planta, teniendo en cuenta la cantidad despachada, hora, estado del material, tipo de material, (inventario) y encontrar posibles hallazgos que pudieran incidir en desperdicios del material que a su vez podrían afectar la parte económica del proyecto.

15.3.2 **Almacén de obra:** Se diseñaron formatos para analizar el material que llega a la obra desde la planta, teniendo en cuenta la cantidad recibida, hora, estado del material, tipo de material, (inventario) de igual forma un formato de análisis del material que se le entrega al obrero, equipos etc. Este análisis nos permitirá saber si hay pérdidas de material durante este proceso y que manejo se le da al material en obra.

**15.3.3 Transporte:** En este variable se tuvo en cuenta el tiempo empleado en el transporte del material a la obra, las horas de salida y entrega de material en Obra, cargue y descargue y si hay una planificación o coordinación de esta actividad.

## **16. ANALISIS DE RESULTADOS**


### **16.1. DIAGNÓSTICO INICIAL VISITA A OBRA (VER ANEXOS)**

## 16.2 OPERATIVO

En esta variable se analizó los tiempos diseñando formatos de control de actividades ejecutadas, haciendo un seguimiento semana a semana durante 2 meses.

**TABLA 6**

*Tabla Informe de obra. Gramar S.A*

|  |                          | <b>INFORME DE OBRA</b> |               |               |               |                |               |
|---|--------------------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| CONTRATISTA   |                          |                        |               |               |               |                |               |
| RESPONSABLE POR EL CONTRATISTA  | FECHA                    |                        |               |               |               |                |               |
| FECHA ACTA DE INICIO  | CONSECUTIVO              |                        |               |               |               |                |               |
| FECHA DE ENTREGA  | SEMANA                   |                        |               |               |               |                |               |
| <b>REGISTRO DE HORAS</b>  |                          | <b>LUNES</b>           | <b>MARTES</b> | <b>MIERCO</b> | <b>JUEVES</b> | <b>VIERNES</b> | <b>SABADO</b> |
| <b>TIEMPO PRODUCTIVO</b>  | ACTIVIDAD 1              |                        |               |               |               |                |               |
|   | ACTIVIDAD 2              |                        |               |               |               |                |               |
|   | ACTIVIDAD 3              |                        |               |               |               |                |               |
| <b>TIEMPO CONTRIBUTIVO</b>  | MEDICIONES               |                        |               |               |               |                |               |
|   | TRANSPORTE DE MATERIALES |                        |               |               |               |                |               |
|   | ARMADO DE ANDAMIOS       |                        |               |               |               |                |               |
|   | ALISTAMIENTO DE AREA     |                        |               |               |               |                |               |
| <b>TIEMPO NO CONTRIBUTIVO</b>   | ESPERA DE MATERIAL       |                        |               |               |               |                |               |
|   | ESPERA DE EQUIPOS        |                        |               |               |               |                |               |
|   | DESCANSOS                |                        |               |               |               |                |               |
|   | REPROCESOS               |                        |               |               |               |                |               |
|   | TIEMPO OCIOSO            |                        |               |               |               |                |               |
|   | OTROS                    |                        |               |               |               |                |               |
| <b>TOTAL HORAS DIA</b>  |                          |                        |               |               |               |                |               |
| <b>OBSERVACIONES</b>  |                          |                        |               |               |               |                |               |
|   |                          |                        |               |               |               |                |               |

*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017*

Al recopilar dicha información resumida en graficas de análisis arrojaron los siguientes resultados precisos de tiempos perdidos en actividades que no son propias de la actividad a realizar o que por lo tanto no generan valor para la compañía y el cliente.

### 16.2.1 PROYECTO A – UNIVERSIDAD EXTERNADO

TABLA 7

Cuadro Proyecto Universidad Externado (Tiempos)

| PROYECTO EXTERNADO     |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
|                        | SEMANA 1 | SEMANA 2 | SEMANA 3 | SEMANA 4 | SEMANA 5 | SEMANA 6 | SEMANA 7 | SEMANA 8 | TOTAL HORAS |
| Tiempo productivo      | 28       | 28       | 31       | 30       | 33       | 36       | 29       | 29       | 244         |
| Tiempo contributivo    | 9        | 10       | 10       | 10       | 8        | 6        | 10       | 11       | 74          |
| Tiempo no contributivo | 11       | 10       | 7        | 8        | 7        | 6        | 9        | 8        | 66          |
| TOTAL HORAS            | 48       | 48       | 48       | 48       | 48       | 48       | 48       | 48       | 384         |

Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A2017

En esta tabla se resume el control de horas y tiempo que se tomó con el formato implementado, el cual el residente de la obra fue llevando durante estas 8 semanas, realizando la sumatoria de horas invertidas en actividades Productivas, Contributivas y no Contributivas, se evidencia que de 384 horas de trabajo al 100% ,66 horas fueron invertidas en actividades **no contributivas** las cuales no generan valor a la compañía y al cliente, lo cual es un índice muy alto los cuales golpean la economía y el tiempo invertido y programado en los proyectos.

FIGURA 7

Grafico porcentaje tiempos en 8 semanas

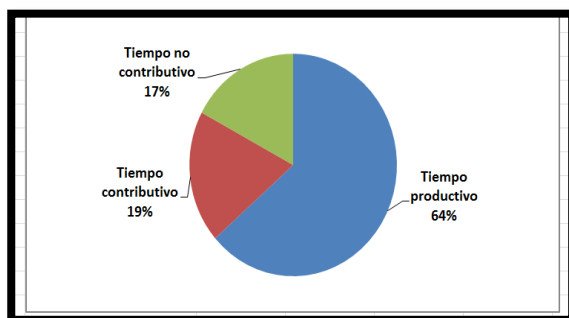
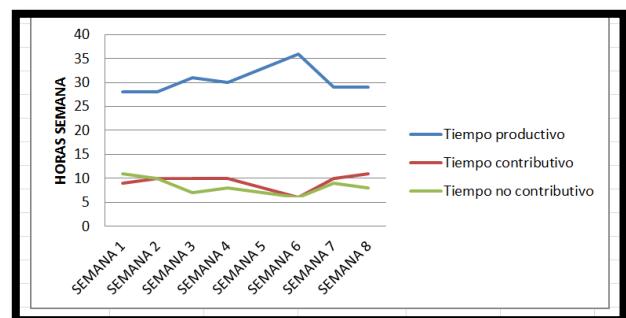


FIGURA 8

Diagrama horas semana



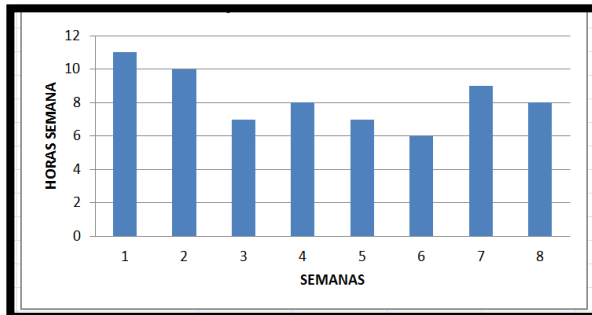
Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A2017

Esta gráfica refleja % invertido durante estas 8 semanas de análisis, dando como resultado que del 100% invertido, el 17% fue dedicado a actividades no contributivas en el proyecto, lo cual es un índice muy alto y se debe intentar a futuro bajar estos índices para que no generen pérdidas o desperdicios económicos y de tiempo a la compañía. También se refleja la convergencia entre

actividades contributivas y no contributivas reflejando un comportamiento paralelo en estas actividades, donde lo ideal sería que la actividad contributiva estuviera por encima de las no contributivas.

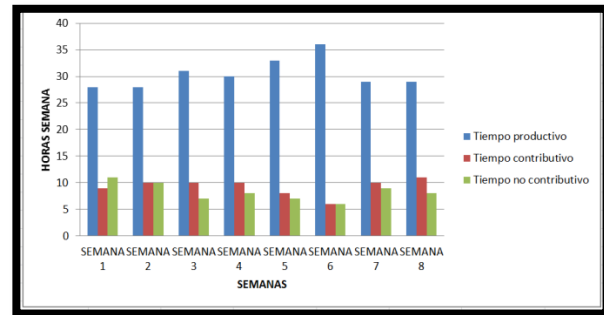
**TABLA 8**

*Gráfica tiempo no contributivo*



**TABLA 9**

*Gráfica Horas tiempos en 8 semanas*



*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A2017*

Estas gráficas nos reflejan el tiempo invertido en horas y su comportamiento durante 8 semanas reflejando que en promedio por semana 9 horas laborales estaban dedicadas a actividades no contributivas o que no generaban valor y 30 horas laborales en actividades propias productivas.

### 16.2.1 PROYECTO B – CENTRO COMERCIAL SALITRE

**TABLA 10**

*Cuadro proyecto Centro Comercial Salitre (Tiempos)*

| PROYECTO SALITRE       |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
|                        | SEMANA 1 | SEMANA 2 | SEMANA 3 | SEMANA 4 | SEMANA 5 | SEMANA 6 | SEMANA 7 | SEMANA 8 | TOTAL HORAS |
| Tiempo productivo      | 31       | 29       | 27       | 32       | 30       | 35       | 33       | 29       | 246         |
| Tiempo contributivo    | 7        | 10       | 10       | 9        | 9        | 10       | 7        | 11       | 73          |
| Tiempo no contributivo | 10       | 9        | 11       | 7        | 9        | 3        | 8        | 8        | 65          |
|                        | 48       | 48       | 48       | 48       | 48       | 48       | 48       | 48       | 384         |

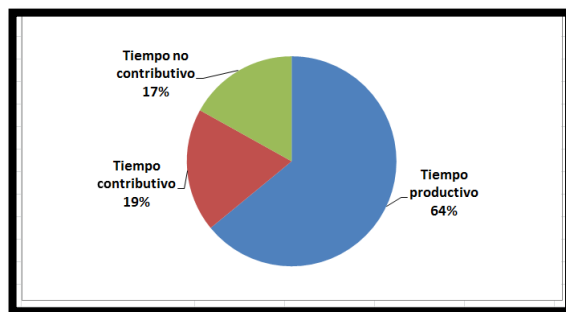
*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

En esta tabla se resume el control de horas y tiempo que se tomó con el formato implementado, el cual el residente de la obra fue llevando durante estas 8 semanas, realizando la sumatoria de horas invertidas en actividades Productivas, Contributivas y no Contributivas, este proyecto al

igual que el externado refleja un comportamiento similar en cuanto a la inversión de sus horas en actividades productivas y no productivas, se evidencia que de 384 horas de trabajo al 100% ,65 horas fueron invertidas en actividades **no contributivas** las cuales no generan valor a la compañía y al cliente, lo cual es un índice muy alto los cuales golpean la economía y el tiempo invertido y programado en los proyectos. Esto nos permite analizar un conflicto interno dentro de la compañía en los procesos de gestión de material, reprocesos, entre otros, los cuales se deben ajustar para generar que esas horas se conviertan en actividades contributivas o productivas.

**FIGURA 9**

Gráfico porcentaje tiempos en 8 semanas



Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017

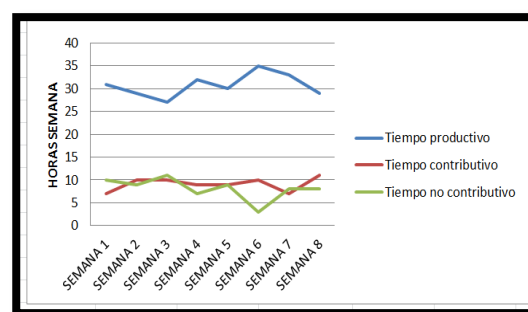
Esta gráfica refleja % invertido durante estas 8 semanas de análisis, dando como resultado que del 100% invertido, el 17% fue dedicado a actividades no contributivas en el proyecto, lo cual es un índice muy alto y se debe intentar a futuro bajar estos índices para que no generen pérdidas o desperdicios económicos y de tiempo a la compañía. También se refleja la convergencia entre actividades contributivas y no contributivas reflejando un comportamiento paralelo en estas actividades, donde lo ideal sería que la actividad contributiva estuviera por encima de las no contributivas.

**TABLA 11**

Gráfica tiempo no contributivo

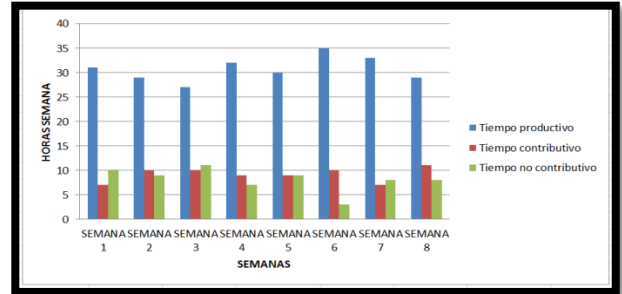
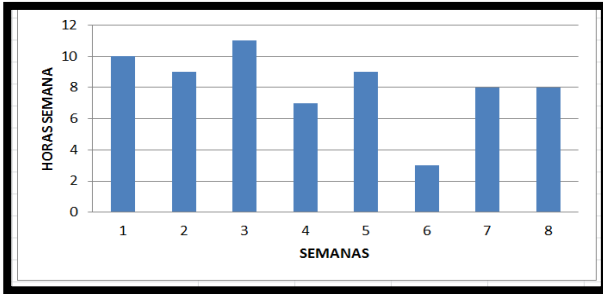
**FIGURA 10**

Diagrama horas semana



**TABLA 12**

Gráfica Horas tiempos en 8 semanas



Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

Estas gráficas nos reflejan el tiempo invertido en horas y su comportamiento durante 8 semanas reflejando que en promedio por semana 9 horas laborales estaban dedicadas a actividades no contributivas o que no generaban valor y 30 horas laborales en actividades propias productivas.

### 16.2.3 CONCLUSIÓN

Se evidencia que al momento de planear un proyecto se tiene la idea que el tiempo programado va ser dedicado al 100% en actividades productivas y de esa manera se diseñan los tiempos y pdt, partiendo de ahí ya el cronograma ya está mal planeado y por lo tanto se va a ver reflejado en atrasos en los tiempos de entrega a futuro, pero no se tiene en cuenta que no va ser el 100% dedicado a actividades productivas, que siempre va haber un índice invertido en actividades contributivas y en actividades no contributivas, partiendo de esa noción se deben hacer los planes de trabajo y cronograma y generando estrategias de control para que en lo menos posible los proyectos caigan en actividades no contributivas y que no generan valor; y que se cumplan los tiempo programados en el cronograma de obra teniendo en cuenta estas variables.

Las actividades no contributivas siempre van a estar presentes, se deben buscar estrategias y planes de control donde se trate de evitar que los tiempos de la obra se vayan en estos desperdicios de tiempo y actividades no productivas.

### 16.2.4 HORAS HOMBRE

Con la implementación de este formato nos permitió evidenciar las horas hombres perdidas por actividades no contributivas en la ejecución de la obra, lo cual refleja tiempo y sobrecostos para la compañía y demoras en el cronograma planeado.

**TABLA 13**

*Tabla formato identificación de perdidas (Horas Hombre)*

|   |  |  |                         |                              |
|---|--|--|-------------------------|------------------------------|
|  |  | <b>FORMATO IDENTIFICACION DE PERDIDAS<br/>HOMBRE</b> |                         | <b>HORAS</b>                 |
| <b>PROYECTO:</b>  |  | <b>FECHA ELABORACION:</b>                            |                         |                              |
| <b>ACTIVIDADES REALIZADAS</b>   |  | <b>NUMERO DE OBREROS</b>                             |                         |                              |
| Detalle de problemas que interrumpen en el proceso constructivo                   |  | Horas Hombre Perdidas.                               |                         |                              |
|   |  | <b>Numero de horas</b>                               | <b>Numerode obreros</b> | <b>Horas hombre perdidas</b> |
| 1   | Esperando material (Bodega)                  |  |                         |                              |
| 2   | Esperando por materiales                     |  |                         |                              |
| 3   | Esperando por herramientas no disponibles    |  |                         |                              |
| 4   | Esperando por equipos                        |  |                         |                              |
| 5   | Modificaciones por el diseño                 |  |                         |                              |
| 6   | Modificaciones por errores de prefabricación |  |                         |                              |
| 7   | Modificaciones por errores de construcción   |  |                         |                              |
| 8   | Traslados a otras áreas de trabajo           |  |                         |                              |
| 9   | Esperando por información                    |  |                         |                              |
| 10  | Interferencia con otras cuadrillas           |  |                         |                              |
| 11  | Sectores congestionados con trabajadores     |  |                         |                              |
| 12  | Otros  |  |                         |                              |
| <b>Observaciones:</b>   |  |  |                         |                              |
|   |  |  |                         |                              |
| <b>ELABORO:</b>   |  | <b>REVISO:</b>                                       |                         |                              |

*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

### 16.2.4.1 Proyecto A – Universidad Externado

**TABLA 14**

*Cuadro Horas hombre – No contributivo externado*



| HORAS HOMBRE PERDIDAS - NO CONTRIBUTIVO EXTERNADO       |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| ACTIVIDAD   | SEMANA 1 | SEMANA 2 | SEMANA 3 | SEMANA 4 | SEMANA 5 | SEMANA 6 | SEMANA 7 | SEMANA 8 | TOTAL HORAS |
| Esperando material (Bodega)                             | 1        | 2        | 1        | 2        | 1        | 1        | 2        | 1        | 11          |
| Esperando por materiales                                | 3        | 10       | 2        | 3        | 4        | 8        | 3        | 5        | 38          |
| Esperando por equipos                                   | 1        | 2        | 1        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 14          |
| Modificaciones por errores de construcción (reprocesos) | 5        | 3        | 3        | 4        | 6        | 5        | 4        | 4        | 34          |
| Otros (Tiempo ocioso/descansos)                         | 30       | 20       | 20       | 25       | 25       | 25       | 20       | 20       | 185         |
| TOTAL HORAS   | 40       | 37       | 27       | 36       | 38       | 41       | 31       | 32       | 282         |

Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A.2017

En esta tabla se refleja las HH perdidas en actividades no contributivas evidenciando que los principales puntos de pérdida son la espera de materiales, los errores de construcción y tiempos ociosos los cuales reflejan pérdidas y sobre costos, y en especial tiempo que se podría invertir en actividades productivas.

FIGURA 13

Gráfica horas hombre perdidas

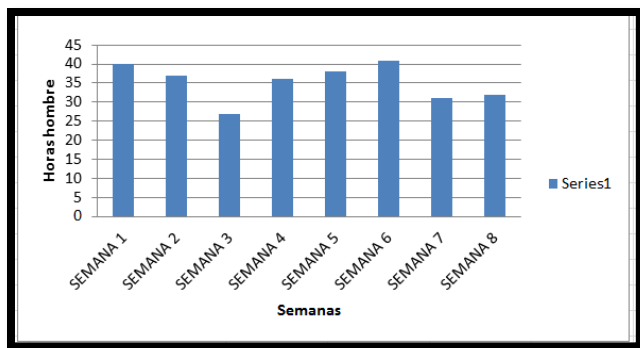
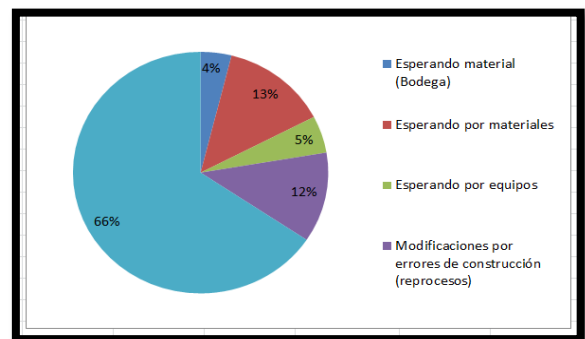


FIGURA 14

Gráfica porcentaje Horas hombre por actividades



Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A.2017

Esta gráfica refleja que en promedio por semana se perdieron 35 HH debido al alto número de cuadrillas y realizando actividades no propias a la parte productiva de la compañía, también se refleja un alto porcentaje, el 66% en actividades de tiempos de ocio como descansos mañana y tarde, mientras se cambiaban, necesidades fisiológicas entre otros. Un alto índice esperando por materiales y modificaciones por errores en la construcción, índices que se podrían mejorar y sumar ese 25% aprox en actividades productivas.

**16.2.4.2 Proyecto B – Centro Comercial Salitre**

TABLA 15

Cuadro horas hombre perdidas – No contributivo Salitre

| HORAS HOMBRE PERDIDAS - NO CONTRIBUTIVO SALITRE         |           |           |           |           |           |           |           |           |             |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| ACTIVIDAD   | SEMANA 1  | SEMANA 2  | SEMANA 3  | SEMANA 4  | SEMANA 5  | SEMANA 6  | SEMANA 7  | SEMANA 8  | TOTAL HORAS |
| Esperando material (Bodega)                             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 8           |
| Esperando por materiales                                | 6         | 5         | 3         | 2         | 4         | 6         | 3         | 2         | 31          |
| Esperando por equipos                                   | 2         | 1         | 1         | 2         | 2         | 1         | 3         | 2         | 14          |
| Modificaciones por errores de construcción (reprocesos) | 5         | 4         | 2         | 1         | 2         | 3         | 2         | 2         | 21          |
| Otros (Tiempo ocioso/descansos)                         | 17        | 15        | 17        | 15        | 15        | 17        | 15        | 17        | 128         |
| <b>TOTAL HORAS</b>                                      | <b>31</b> | <b>26</b> | <b>24</b> | <b>21</b> | <b>24</b> | <b>28</b> | <b>24</b> | <b>24</b> | <b>202</b>  |

Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017

En esta tabla se refleja las HH pérdidas en actividades no contributivas evidenciando que los principales puntos de pérdida son la espera de materiales, los errores de construcción y tiempos ociosos, 202 HH pérdidas las cuales reflejan sobre costos, y en especial tiempo que se podría invertir en actividades productivas.

FIGURA 15

Gráfica horas hombre perdidas

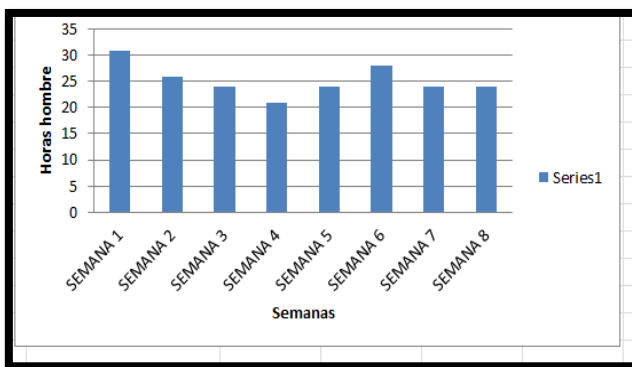
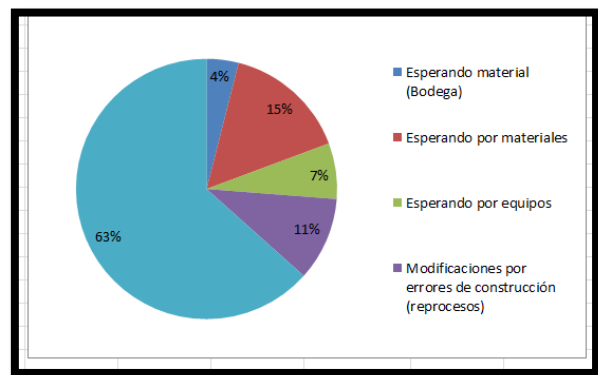


FIGURA 16

Gráfica porcentaje Horas hombre por actividades



Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017

Esta gráfica refleja que en promedio por semana se perdieron 35 HH debido al alto número de cuadrillas y realizando actividades no propias a la parte productiva de la compañía, también se refleja un alto porcentaje, el 63% en actividades de tiempos de ocio como descansos mañana y tarde, mientras se cambiaban, necesidades fisiológicas entre otros. Un alto índice esperando por materiales y modificaciones por errores en la construcción, índices que se podrían mejorar y sumar ese 25% aprox en actividades productivas.

**16.2.4.3 Conclusión**

Se puede concluir que hay actividades como descansos, necesidades fisiológicas que no se pueden eludir y que son tiempos que siempre estarán presentes, pero también es claro que hay actividades como la espera de materiales, equipos, errores de construcción que con un buen plan y control se podrían reducir, invirtiendo estas HH perdidas en las actividades que realmente lo requieren y que generarían valor a la compañía y el cliente.

### **16.2.5 REGISTRO FOTOGRÁFICO:**



#### **A. Centro Comercial Salitre**



##### ***TABLA 16***

*Cuadro informe de obra- Registro fotográfico*

| GRAMAR               |  | INFORME DE OBRA - REGISTRO FOTOGRÁFICO |  |
|----------------------|--|--|--|
| CONTRATISTA          |  | FECHA                                  |  |
| PROYECTO             |  | CONSECUTIVO                            |  |
| FECHA ACTA DE INICIO |  | V-01-2017                              |  |
| FECHA DE ENTREGA     |  | CONDICIONES CLIMATICAS                 |  |

Registro fotografico

OBSERVACIONES


*Registro fotográfico realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A2017*

En estas imagines se refleja que no hay puntos de acopio organizado durante la ejecución de la obra, lo cual es riesgoso para la compañía , ya que sus piezas de instalación son de un alto valor y la perdida de este material es más propensa generando sobre costos al final de lo planeado vs lo ejecutado.







## **B. Universidad externado bloque H-I**

**TABLA 17**

*Cuadro Informe de Obra registro Fotográfico – Universidad Externado Bloque H-1*

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|  |  | <b>INFORME DE OBRA - REGISTRO FOTOGRÁFICO</b> |  |
| CONTRATISTA   |  | FECHA   |  |
| PROYECTO  |  | CONSECUTIVO                                   |  |
| FECHA ACTA DE INICIO  |  | V-01-2017                                     |  |
| FECHA DE ENTREGA  |  | CONDICIONES CLIMATICAS                        |  |

Registro fotografico

OBSERVACIONES

*Registro fotográfico realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

Se evidencia un acopio de material desorganizado, donde pueden tomar el material sin ningún control de cuanta cantidad se está realmente instalando, el almacén presenta desorden lo



Para la ejecución de estas 2 obras la etapa de planeación se realiza de la misma forma durante la etapa de planeación del proyecto se reúnen en varias ocasiones la parte comercial, el director de diseños, el director de proyectos y el coordinador de obras con el fin de evaluar todas las variables (tiempo, costos, presupuestos, personal y contratistas) y el alcance del contrato, después de cada reunión se firman actas donde se establecen las conclusiones y compromisos de cada una de las partes antes de la próxima reunión.

Para todos los proyectos de la compañía, los indicadores que miden el avance se toman de las cantidades presupuestadas inicialmente vs las cantidades ejecutadas a la fecha de corte, este indicador aunque permite llevar una idea del avance, no nos da indicadores de rendimiento y productividad los cuales son de vital importancia en el proceso de mejora continua y control de obra que se quiere implementar.

Otro variable que se debe tener en cuenta es la programación de equipos y mano de obra para el proyecto, esto actualmente se realiza con base a la experiencia recolectada en la ejecución de proyectos similares, el director de diseños y el director de obras ajustan las cantidades y las necesidades de acuerdo a su experiencia, lo que facilita la planeación.

#### 22.1.2 Cronograma

La programación de obra se realiza en Microsoft Excel, manejando actividades globales y así mismo el presupuesto, lo que impide un seguimiento detallado de actividades, rendimientos y gastos generados en el avance de obra para el control semanal y diario de las actividades en la obra en detalle .Este es uno de los puntos clave que se debe mejorar utilizando otros tipos de softwares que permiten un mejor control y más opción de mediciones tanto en tiempo, costo, mano de obra, etc.

#### 16.3.3 Contratación

La asignación del recurso humano se hace mediante un subcontratista con que el que se han desarrollado varios proyectos e instaladores conocidos por todo el cuerpo técnico encargado de las instalaciones.

a. Universidad Externado Bloque I

De las 32 personas que conformaban el grupos de instalación (entre oficiales y ayudantes) ninguno poseía certificación oficial de algún establecimiento educativo, lo que hace un poco más complicado el aprendizaje de nuevos conocimientos, debido a que este tipo de personal obrero es muy reacio al cambio y que le digan cómo se deben hacer las cosas, la mayoría cuenta con más de 10 años de experiencia en proyectos de construcción.

b. Centro Comercial Salitre

De las 36 personas que conformaban el grupos de instalación (entre oficiales y ayudantes) ninguno poseía certificación oficial de algún establecimiento educativo, lo que hace un poco más complicado el aprendizaje de nuevos conocimientos, debido a que este tipo de personal obrero es muy reacio al cambio y que le digan cómo se deben hacer las cosas, la mayoría cuenta con más de 10 años de experiencia en proyectos de construcción.

La asignación de actividades e indicaciones de los trabajos a realizar, como la ubicación de cada uno es su frente de trabajo se hace verbalmente, y no se deja ningún soporte de estas indicaciones, ni los tiempos en los que se deben ejecutar. En ocasiones se presentaban contraordenes debido a la falta de comunicaciones entre el residente del proyecto con el maestro encargado, debido a que el residente daba una orden diferente después de que el maestro había “organizado” el personal, esto ocasionaba demoras y pérdidas de tiempo en los procesos de instalación. Esto sumado a otras situaciones como hacinamientos de personal; tanto de Gramar



como de otros contratistas, el tránsito de equipos por las zonas de trabajo, demoras en el traslado de insumos y tiempos muertos hicieron que los rendimientos bajaran y por el contrario los tiempo muertos y que no agregan valor a la obra aumentarán.

#### 16.3.4 Cortes de obra

Para las 2 obras se realizan cortes de obra cada 15 días, realizando mediciones en campo y evidenciando en actas el avance o atraso que lleve la obra, así mismo las cantidades ejecutadas, pero al tener un cronograma no tan específico no se puede llevar un control preciso en el avance de obra y teniendo en cuenta los rendimientos ya mencionados, donde la ejecución de la obra no se realiza al 100% en actividades productivas, también se evidenció en estos cortes que los planes de choque para cumplir con las actividades programadas se realizan sin mirar pros o contras, en cómo puede afectar la programación y la generación de recursos que impactan el presupuesto de los proyectos, y no se deja por escrito las medidas a tomar para cumplir con el avance de obra programado.

#### 16.3.5 Diseño

El diseño en algunas ocasiones es realizado por externos, los cuales entregan las planimetrías para que Gramar ejecute en obra. Se evidencia algunas falencias en los diseños, lo cual genera afectaciones en campo, en atrasos en la instalación, cantidades, modulaciones que generan desperdicios importantes entre otros, esto sucede porque en ocasiones para el diseñador no es claro lo que realmente desea el cliente en diseño, tiempo y costo lo cual se refleja al momento de entregar los diseños, todo esto sucede porque al momento de iniciar la planeación no se involucran a los diseñadores, el cliente y Gramar, donde todos tengan claro los mismos objetivos y requerimientos del cliente. Es necesario que al momento de planeación se defina el alcance del producto que debe entregar el diseñador y las condiciones necesarias que permitan la

adecuada ejecución en la obra, haciendo esta verificación de planos antes de la ejecución y la verificación de las cantidades entregadas y sus especificaciones.

#### 16.3.6 Conclusiones

- Muchos de los problemas generados son por falta de conocimiento o entendimiento o comunicación entre lo que requiere el cliente y todas las partes para un adecuado funcionamiento en la ejecución de la obra y una adecuada planificación.
- El primer escalón para poder implementar un proceso o en su defecto un procedimiento, es darlo a conocer. Inicialmente se debe llegar a las cabezas de la compañía, gerentes, directores de proyectos, directores de obra, residentes, maestros y toda el área administrativa que haga parte de la obra , así mismo terceros como: diseñadores, contratistas, proveedores y todas las partes que se involucran o tendrán relación con la obra desde su gestación hasta su ejecución.
- Es por estas razones que se programaron capacitaciones a todo este personal de Gramar para dar a conocer la herramienta LEAN y así lograr un primer acercamiento a la metodología para que todo funcione como cadena siguiendo el mismo hilo conductor, sabiendo lo que desea la compañía y la eliminación de desperdicios.

## 16.4 MATERIAL

El proceso de despacho de materiales desde la planta de producción a las sucursales u otros sitios de desarrollo de actividades (obras) debe garantizar una trazabilidad que agregue valor a la actividad económica de la compañía, sabemos que para conseguir que este proceso cumpla con las expectativas empresariales esperadas se deben estandarizar los procedimientos y garantizar que estos se cumplan por parte de los colaboradores y terceros involucrados en el proceso, para ello se debe analizar la forma en cómo opera la compañía inicialmente, contemplar las variables a tener en cuenta y organizar de manera tal que el flujo de actividades opere buscando un objetivo general que lleve a una mejora continua para la compañía.

Desde la premisa que se contempla en el LEAN CONSTRUCTION donde su propósito es la eliminación de desperdicios y/o eliminación de actividades que no generan valor, resulta imperativo el hecho de estandarizar los procesos para que estas actividades se eliminen y sean reemplazadas por actividades que agreguen valor al proceso.

Actualmente en la planta de la compañía GRAMAR S.A el control de salida de las materias primas hacia obra resulta ser un procedimiento muy básico que se enfoca principalmente en entregar a tiempo lo solicitado por la obra dejando de lado el control interno de salidas de almacén y control de existencias, esto ocasiona pérdidas en dichas materia primas, pedidos excedidos por la ausencia de auditorías desde la dirección de cada obra, es importante resaltar que el control de la salida de material desde la planta de producción hasta cada una de las obras es un proceso que requiere rapidez calidad y exactitud, esto para que la obra no se retrase y se pueda cumplir con la ejecución de la misma, es por esto que se piensa en implementar un formato de control y formalizar el proceso donde se garantice la trazabilidad y transparencia de los pedidos y que estos sean los que realmente el departamento de producción esté preparando

para entregar, que las cantidades sean las solicitadas y que lo mismo que sale de la planta de producción sea lo mismo que llega a la obra destino, el encargado de almacén de la obra debe solicitar al conductor o encargado de entregar el pedido el formato que la planta de producción emite para legalizar la salida del material hacia la obra, confirmar dichas cantidades comparando salida de planta vs entrada a obra. A continuación, se presenta el diagrama de procesos para la salida de material.

Para llevar un histórico del proceso a implementar se propone una tabla donde se deje evidencia de los tiempos de respuesta desde la solicitud del material hasta la entrega del mismo en obra y su confirmación, esta tabla nos permitirá obtener un punto de comparación del proceso improvisado versus el proceso estandarizado y poder definir si se lograría eliminar desperdicios y optimizar los tiempos con dicha implementación, (al final en el muestreo de los resultados se presentara la misma tabla con los datos de resultado final implementando el proceso de salida de materiales de planta a obra) .

**TABLA 19**

*Cuadro de resultados estado inicial de cómo se opera*

| TABLA DE RESULTADOS ESTADO INICIAL DE CÓMO SE OPERA. |  |                               |                          |                                       |   |
|--|--|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---|
| Pedidos Mayores cantidades.                          |  |                               |                          |                                       |   |
| Fecha solicitud de pedido.                           | Tiempo de respuesta disponibilidad planta. | Tiempo de aprobación gerencia | tiempo de entrega planta | tiempo de entrega trasportador a obra | ¿El pedido cumple?                                      |
|  |  |                               |                          |                                       | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |

*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

**TABLA 20**

*Cuadro de resultados estado inicial de cómo se opera*

| TABLA DE RESULTADOS ESTADO INICIAL DE CÓMO SE OPERA. |  |                               |                          |                                       |   |
|--|--|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---|
| Pedidos Menores cantidades/insumos                   |  |                               |                          |                                       |   |
| Fecha solicitud de pedido.                           | Tiempo de respuesta disponibilidad planta. | Tiempo de aprobación gerencia | tiempo de entrega planta | tiempo de entrega trasportador a obra | ¿El pedido cumple?                                      |
|  |  |                               |                          |                                       | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |

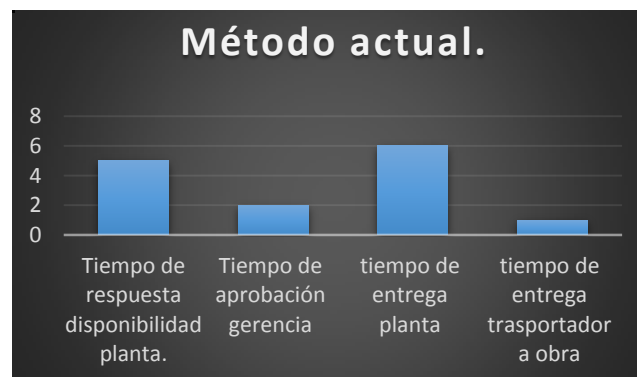
*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

### 16.4.1 RESULTADOS ANALISIS MATERIAL

**TABLA 21**

*Cuadro Improvisado /Rutinario - resultados estado inicial de cómo se opera*

| IMPROVISADO / RUTINARIO                              |  |                               |                          |                                       |                         |  |
|--|--|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|
| TABLA DE RESULTADOS ESTADO INICIAL DE CÓMO SE OPERA. |  |                               |                          |                                       |                         |  |
| Pedidos Mayores cantidades.                          |  |                               |                          |                                       |                         |  |
| Fecha solicitud de pedido.                           | Tiempo de respuesta disponibilidad planta. | Tiempo de aprobación gerencia | tiempo de entrega planta | tiempo de entrega trasportador a obra | Total tiempo de entrega | ¿El pedido cumple?   |
| 12/05/2017   | 5  | 2                             | 6                        | 1                                     | 14                      | SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> |



*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

**TABLA 22**

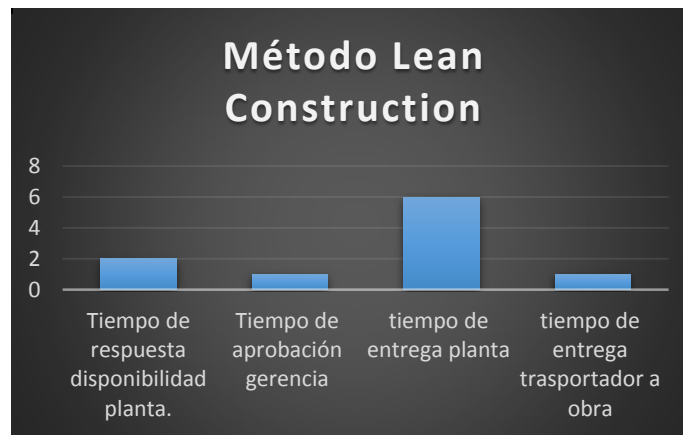
*Cuadro de resultados implementando Lean Construction - metodología*

| CON METODOLOGIA                                     |   |                               |                          |  |                         |  |
|---|---|-------------------------------|--------------------------|--|-------------------------|--|
| TABLA DE RESULTADOS IMPLEMENTANDO LEAN CONSTRUCTION |   |                               |                          |  |                         |  |
| Pedidos Mayores cantidades.                         |   |                               |                          |  |                         |  |
| Fecha solicitud de pedido.                          | Tiempo de respuesta disponibilidad ad planta. | Tiempo de aprobación gerencia | tiempo de entrega planta | tiempo de entrega trasportado r a obra | Total tiempo de entrega | ¿El pedido cumple?   |
| 12/05/2017  | 2   | 1                             | 6                        | 1                                      | 10                      | SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> |

*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

**TABLA 23**

*Gráfica Método Lean Construction*



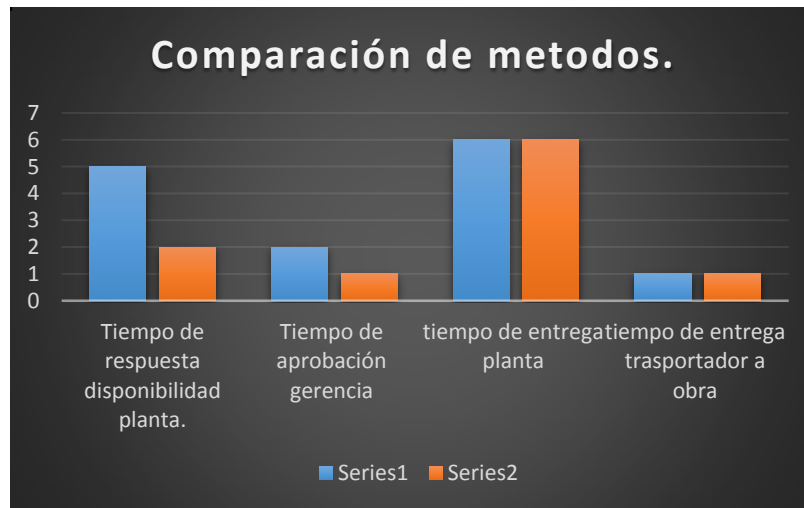
*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

Comparando los métodos anteriormente expuestos, se evidencia el cambio de la una a la otra, aun cuando el pedido no cumple con lo solicitado inicialmente, sabemos que en ambas metodologías el pedido no cumple en el método actual se recibieron menores cantidades lo que significa que se debe volver a solicitar la cantidad faltante para cumplir con lo contratado, en el método Lean Construction el pedido tampoco cumple esta vez por cantidades mayores a las solicitadas, no retrasa el avance ni se debe hacer reprocesos, pero si afecta el presupuesto del

proyecto ya que estas cantidades se deben devolver a la planta de producción, aun cuando se utilizó presupuesto del proyecto para su fabricación.

**TABLA 24**

*Gráfica Comparación de métodos*

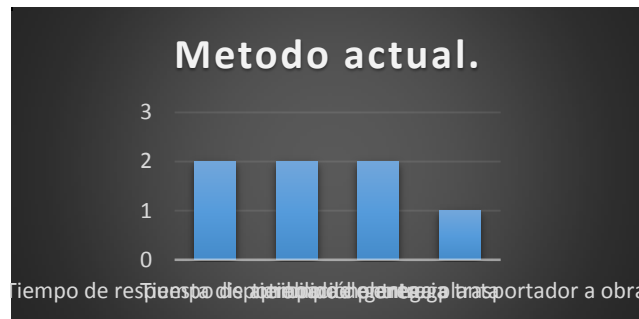


*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

**TABLA 25**

*Cuadro de resultados estado inicial de cómo se opera*

| IMPROVISADO / RUTINARIO                              |  |                               |                          |                                       |                         |  |
|--|--|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|
| TABLA DE RESULTADOS ESTADO INICIAL DE CÓMO SE OPERA. |  |                               |                          |                                       |                         |  |
| Pedidos Menores cantidades/insumos                   |  |                               |                          |                                       |                         |  |
| Fecha solicitud de pedido.                           | Tiempo de respuesta disponibilidad planta. | Tiempo de aprobación gerencia | tiempo de entrega planta | tiempo de entrega trasportador a obra | Total tiempo de entrega | ¿El pedido cumple?   |
| 12/05/2017   | 2  | 2                             | 2                        | 1                                     | 7                       | SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |



Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017

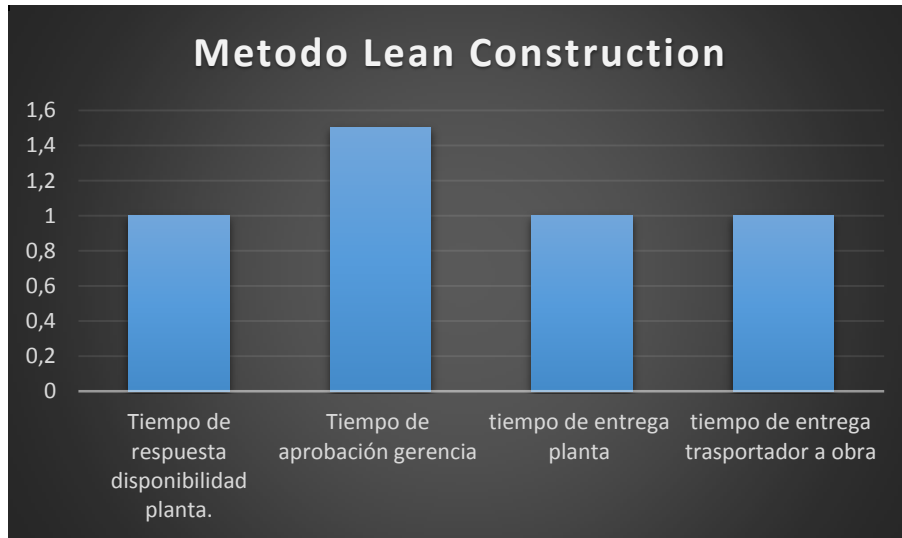
La gráfica anterior nos muestra los tiempos de respuesta tomados a partir de la solicitud de pedidos menores a la planta de producción, para el caso este pedido se refiere a insumos utilizados en el montaje de los mármoles y piedras de la obra salitre, el pedido cumple, pero el tiempo de respuesta administrativa y productiva se puede mejorar.

**TABLA 26**

Cuadro de resultados implementado Lean Construction

| CON METODOLOGIA                                     |   |                               |                          |                                       |                         |  |
|---|---|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|
| TABLA DE RESULTADOS IMPLEMENTANDO LEAN CONSTRUCTION |   |                               |                          |                                       |                         |  |
| Pedidos Menores cantidades/insumos                  |   |                               |                          |                                       |                         |  |
| Fecha solicitud de pedido.                          | Tiempo de respuesta disponibilidad ad planta. | Tiempo de aprobación gerencia | tiempo de entrega planta | tiempo de entrega trasportador a obra | Total tiempo de entrega | ¿El pedido cumple?   |
| 12/05/2017  | 1   | 1,5                           | 1                        | 1                                     | 4,5                     | SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |



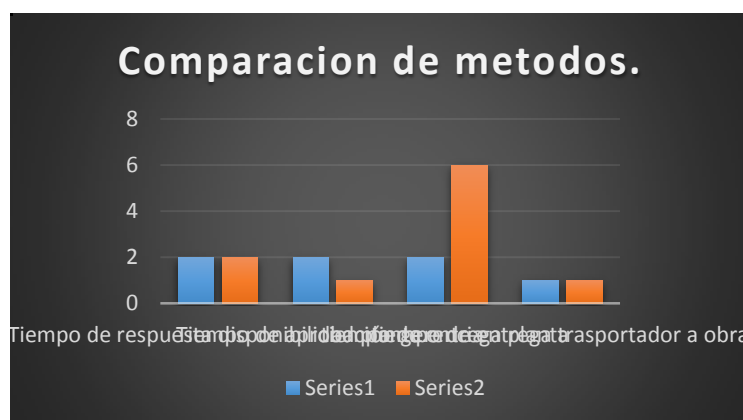


*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

Los resultados evidenciados en la gráfica anterior, nos muestran que con la implementación de la metodología es posible reducir los tiempos de respuesta por parte de la gerencia y la planta de producción, ya que siendo un pedido de insumos con los que ya se cuenta con un stock en planta no se justifica mucha demora en el despacho y entrega a obra, a continuación se muestra la comparación.

**TABLA 27**

*Gráfica comparación de métodos*



*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

## 16.4.2 MANEJO DEL ALMACEN DE OBRA

El almacén es un área muy importante a considerar en obra, pues desde allí se gestionan todos los suministros necesarios, herramientas y equipos para el desarrollo del proceso constructivo, es por esto que se pretende analizar su funcionamiento para así mejorar las actividades el desarrollo de las actividades y hacer que estas generen valor a la obra, aplicando una reingeniería a los procedimientos actuales.

El manejo del almacén en las diferentes obras de la compañía gramar no es más que un área de almacenamiento que carece de controles estandarizados advirtiendo un alto riesgo de sobre costo de obra ya que desde allí se gestionan piezas de alto valor donde se evidencia ausencia de planificación y control de los inventarios en obra, desde la perspectiva lean sabemos que el almacenamiento de inventarios que no estén operando traduce a desperdicios latentes que hacen improductivos los espacios destinados al almacén de obra, es por esto que pretendemos implementar la metodología de las 5S ( Separar, situar, suprimir, señalar y seguir mejorando) esto nos permitirá obtener organización constante para así poder proceder a implementar formatos de control de salida de materias primas, herramientas y equipos de una manera controlada y eficiente y poder llevar a cabo la metodología Lean Construction de la mejor manera.

### 16.4.2.1 SITUACION ACTUAL DE ALMACEN DE OBRA:



*Tomadas por: Henry Cano. Almacén de obra Universidad Externado, 2017.*



*Tomadas por: Henry Cano. Almacén de obra Universidad Externado, 2017.*

En las fotografías mostradas anteriormente encontramos diferentes puntos a mejorar, como lo son, la organización, señalización de áreas, eliminar cosas que no se utilizan y darle mayor utilidad al área asignada para el almacén de la obra, Pensando en el correcto funcionamiento del almacén se propone el siguiente formato de control de salidas y entradas de herramientas.

## 17. PROPUESTA LEAN PARA IMPLEMENTAR EN GRAMAR

El objetivo de la presente propuesta es que a futuro implementando esta metodología, Gramar tenga un control más preciso de sus obras y disminuir los desperdicios evidenciados en el análisis de resultados anterior.

Como propuesta Lean nos basaremos en tres conceptos del Lean:

- Target Costing
- IPD (Integrated Project Delivery)
- SUP (Sistema Ultimo Planificador)

Al hacer el análisis anterior permitió que la compañía viera realmente los desperdicios, esto ayudo a tomar conciencia de los sobrecostos generados, desperdicios económicos y de tiempo que se generan entorno a las actividades para la ejecución de las obras.



## 17.1 TARGET COSTING

Se diseña formato donde se identificara los requerimientos, las necesidades, objetivos y lo que desea el cliente para ser implementado desde el inicio de la planificación, dejando de forma escrita y clara los acuerdos y necesidades del proyecto.

**TABLA 28**

*Cuadro requerimientos del cliente*


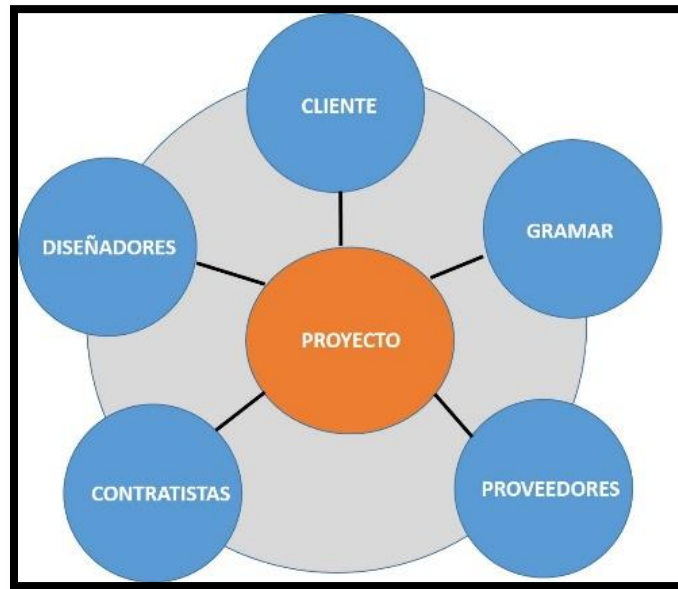
|   |                                   |   |                                    |  |
|---|-----------------------------------|---|------------------------------------|--|
|  | <b>REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE</b> |   |                                    |  |
|   | PROYECTO                          |   | FECHA                              |  |
|   | CLIENTE                           |   | CONSECUTIVO                        |  |
|   | FECHA ACTA DE INICIO              |   | V-01-2017                          |  |
|   | FECHA DE ENTREGA                  |   | SATISFACCIÓN DEL CLIENTE DE 1 A 10 |  |
| CARACTERÍSTICAS DEL CLIENTE   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
| NECESIDADES DEL CLIENTE   |                                   | ESPECIFICACIÓN DE NECESIDADES DEL CLIENTE |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
| DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA GENERAR VALOR AL CLIENTE                           |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |
|   |                                   |   |                                    |  |



FIGURA 17

Gráfica Integración de los interesados IPD



Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

Se realizarán capacitaciones al personal de Gramar periódicamente, donde se implemente el pensamiento LEAN en los procesos de la compañía.

El ideal es que los terceros como subcontratistas, obreros, maestros reciban estas capacitaciones al inicio de cada proyecto, para que todos desarrollen estas actividades entorno al pensamiento LEAN y los objetivos de la compañía.

Ya se empezaron a implementar capacitaciones desde los más altos directivos, ya que todo funciona en cadena y desde el Gerente hasta el obrero debe tener claro el pensamiento LEAN y hablar el mismo idioma entorno a los requerimientos del proyecto y sus objetivos.

**TABLA 30**

Cuadro programa de capacitación personal Gramar S.A

| TEMA  | ASISTENTES  | DURACION | FECHA      |
|---|---|----------|------------|
| Qué es Lean Construction  | Director de proyectos, director de diseño, coordinador de obra, residente de obra, maestro                            | 1 horas  | 06/05/2017 |
| Productividad, desperdicios, análisis de desperdicios. Como identificar los desperdicios. | Director de proyectos, director de diseño, coordinador de obra, residente de obra, maestro                            | 1 horas  | 27/05/2017 |
| Herramientas Lean Construction  | Gerente general, Director de proyectos, director de diseño, coordinador de obra, residente de obra, maestro           | 2 horas  | 04/06/2017 |
| Como mitigar los desperdicios, mejora continua, procesos de la compañía.                  | Gerente general, Director de proyectos, director de diseño, coordinador de obra, residente de obra, maestro, obreros. | 2 horas  | 11/05/2017 |

*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

### 17.3 SUP (Sistema Último Planificador)

Partiendo de este método de manejar un programa maestro, programa intermedio planificación semanal se plantea lo siguiente:

Por tratarse de un método de programación el primer paso será cambiar el software con el que se realiza el cronograma recomendando utilizar **Project**, ya que este programa permite ver en tiempo y detalle de las actividades así como su incidencia en costo para así tener un control más preciso de las actividades programadas.



### 17.3.1 Programa maestro

Con este plan se debe implementar una programación maestra de las actividades necesarias, donde la gerencia pueda identificar los hitos más importantes, en tiempos, costo y entrega de las actividades y la obra.



*Logo programa Project*

### 17.3.2 Programa intermedio

Con este plan se debe implementar una programación donde se desglosen las actividades y se pueda llevar un control de las actividades cercanas a realizar, para que el director o residente a cargo pueda llevar un control más preciso de la obra y de sus actividades, controlando tiempo y costo, también se buscara llevar un control de rendimiento programado vs ejecutado.


### 17.3.3 Plan Semanal

En este plan se llevara un control semana a semana de las actividades programadas y rendimientos, para ello se implementara el formato que se implementó para el análisis de tiempos productivos y no productivos, se busca con este formato que el residente tenga un

control sobre las actividades y tome correctivos o consulte soluciones a los directivos o superior para mitigar las actividades no productivas y generar estrategias de trabajo y control. Adicionalmente se proporciona formato donde el residente tenga un control de actividades programadas vs realmente ejecutadas durante la semana, adicionando observaciones y correctivos en las actividades que no se lograron cumplir durante la semana, así mismo un control de rendimiento programado de acuerdo al cronograma realizado en Project.

Estos controles se llevaran en obra, almacen y despacho de material.

**TABLA 31**  
*Cuadro informe de obra*

|  |                                 | <b>INFORME DE OBRA</b> |               |                  |               |                |               |
|---|---------------------------------|------------------------|---------------|------------------|---------------|----------------|---------------|
| <b>CONTRATISTA</b>  |                                 |                        |               |                  |               |                |               |
| <b>RESPONSABLE POR EL CONTRATISTA</b>   |                                 | <b>FECHA</b>           |               |                  |               |                |               |
| <b>FECHA ACTA DE INICIO</b>   |                                 | <b>CONSECUTIVO</b>     |               |                  |               |                |               |
| <b>FECHA DE ENTREGA</b>   |                                 | <b>SEMANA</b>          |               |                  |               |                |               |
| <b>REGISTRO DE HORAS</b>  |                                 | <b>LUNES</b>           | <b>MARTES</b> | <b>MIERCOLES</b> | <b>JUEVES</b> | <b>VIERNES</b> | <b>SABADO</b> |
| <b>TIEMPO PRODUCTIVO</b>  | <b>ACTIVIDAD 1</b>              |                        |               |                  |               |                |               |
|   | <b>ACTIVIDAD 2</b>              |                        |               |                  |               |                |               |
|   | <b>ACTIVIDAD 3</b>              |                        |               |                  |               |                |               |
| <b>TIEMPO CONTRIBUTIVO</b>  | <b>MEDICIONES</b>               |                        |               |                  |               |                |               |
|   | <b>TRANSPORTE DE MATERIALES</b> |                        |               |                  |               |                |               |
|   | <b>ARMADO DE ANDAMIOS</b>       |                        |               |                  |               |                |               |
|   | <b>ALISTAMIENTO DE AREA</b>     |                        |               |                  |               |                |               |
| <b>TIEMPO NO CONTRIBUTIVO</b>   | <b>ESPERA DE MATERIAL</b>       |                        |               |                  |               |                |               |
|   | <b>ESPERA DE EQUIPOS</b>        |                        |               |                  |               |                |               |
|   | <b>DESCANSOS</b>                |                        |               |                  |               |                |               |
|   | <b>REPROCESOS</b>               |                        |               |                  |               |                |               |
|   | <b>TIEMPO OCIOSO</b>            |                        |               |                  |               |                |               |
|   | <b>OTROS</b>                    |                        |               |                  |               |                |               |
| <b>TOTAL HORAS DIA</b>  |                                 |                        |               |                  |               |                |               |
| <b>OBSERVACIONES</b>  |                                 |                        |               |                  |               |                |               |
|   |                                 |                        |               |                  |               |                |               |

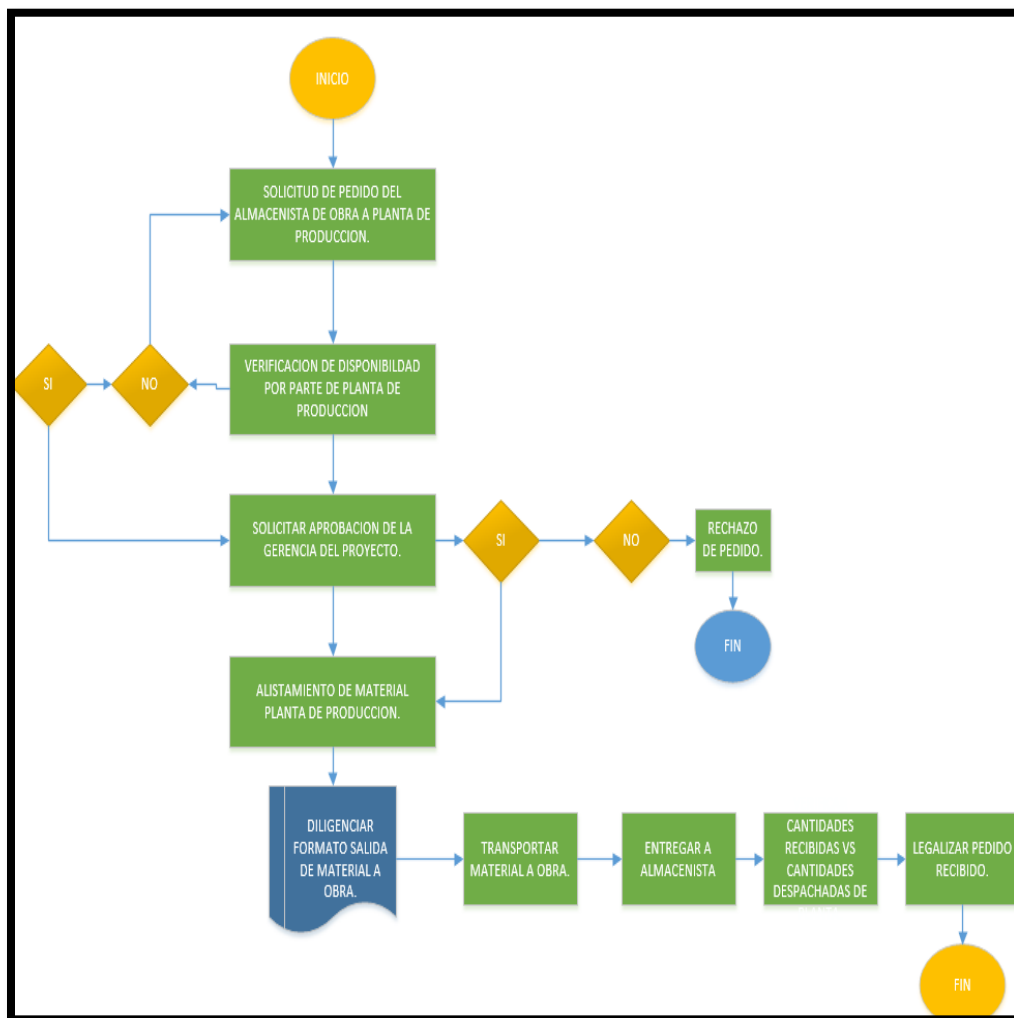


## 17.4 MATERIAL

### 17.4.1 DIAGRAMA DE PROCESO SALIDA DE MATERIAL DE PLANTA DE PRODUCCION A OBRA.

**FIGURA 18**

*Gráfica diagrama de proceso salida de material de planta de producción a obra.*



*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

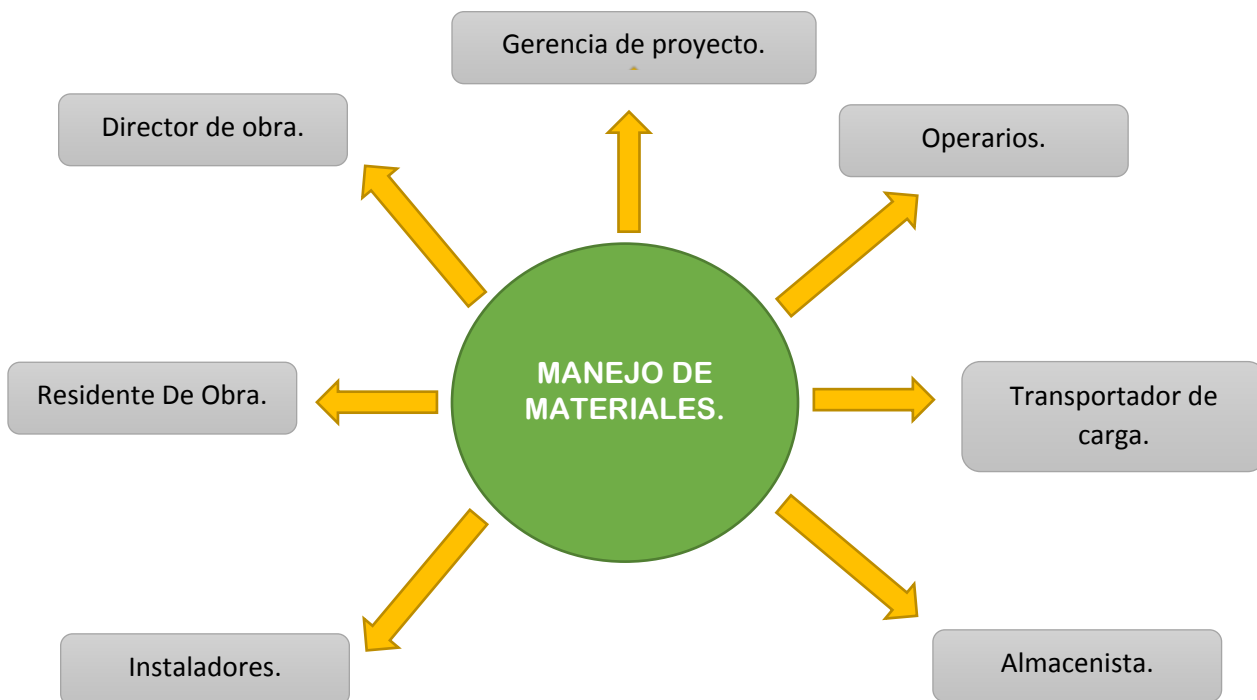
La implementación y control del sistema propuesto anteriormente nos permitirá obtener mejores resultados presupuestales que involucren materiales fabricados en planta y despachados

a las obras, la función de planeación y control de inventario es una unidad que requiere controles exigentes teniendo en cuenta que la materia prima manejada por gramar tiene un costo alto, así como también requiere un manejo adecuado para evitar desperdicios por daños en su traslado y manipulación.

Para transmitir el porqué de la implementación del diagrama a las áreas que corresponde dentro de la compañía se pretende realizar capacitaciones y charlas que motiven al personal al cumplimiento riguroso de los sistemas propuestos que generen valor y optimicen las actividades desarrolladas en las diferentes áreas.

### FIGURA 19

*Gráfica manejo de materiales*




*Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de Gramar S.A 2017*

En esta figura se muestra la importancia de la intervención de los diferentes colaboradores para poder llegar a cumplir a cabalidad lo exigido en el proceso y su mayor nivel de importancia en cuanto al compromiso adquirido dentro de sus funciones, ya que se requiere una posición positiva frente al cambio.

Como se mencionó anteriormente se propone un formato de control que evidencia trazabilidad en la entrega de materiales, el traslado y la disposición final, este hace parte integral del desarrollo del diagrama de procesos ya mostrado.

**TABLA 33**

*Cuadro salida de materiales a obra. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*

|  | <b>Dirección</b>                             | CR 73 # 60A - 41 SUR        | <b>Fecha de elaboración.</b> |                                     |            |
|--|--|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------|
|  | <b>Teléfono</b>                              | 7 24 51 20                  | <i>Día</i>                   | <i>Mes</i>                          | <i>Año</i> |
|  | <b>E-mail</b>                                |                             |                              |                                     |            |
|  | <b>SALIDA DE MATERIALES A OBRA.</b>          |                             |                              |                                     |            |
| <b>ELABORADO POR:</b>  |  |                             | v-01-2016                    |                                     |            |
| <b>CARGO:</b>  |  |                             |                              |                                     |            |
| <i>DATOS CLIENTE.</i>  |  |                             |                              |                                     |            |
| <b>PROYECTO DESTINO:</b>   |  | <b>QUIEN TRANSPORTA:</b>    |                              |                                     |            |
| <b>ENCARGADO ALMACEN:</b>  |  | <b>SOLICITADO POR:</b>      |                              |                                     |            |
| <b>FECHA Y HORA DE ENTREGA:</b>  |  | <b>AUTORIZADO POR:</b>      |                              |                                     |            |
| <b>Detalle materiales entregados.</b>  |  |                             |                              |                                     |            |
| Item   | Descripción Detallada del material entregado | Cantidad Entregada          | Cantidad recibida            | Observaciones                       |            |
| 1  |  |                             |                              |                                     |            |
| 2  |  |                             |                              |                                     |            |
| 3  |  |                             |                              |                                     |            |
| 4  |  |                             |                              |                                     |            |
| 5  |  |                             |                              |                                     |            |
| 6  |  |                             |                              |                                     |            |
| 7  |  |                             |                              |                                     |            |
| 8  |  |                             |                              |                                     |            |
| 9  |  |                             |                              |                                     |            |
| 10   |  |                             |                              |                                     |            |
| 11   |  |                             |                              |                                     |            |
| 12   |  |                             |                              |                                     |            |
| 13   |  |                             |                              |                                     |            |
| 14   |  |                             |                              |                                     |            |
| 15   |  |                             |                              |                                     |            |
| 16   |  |                             |                              |                                     |            |
| 17   |  |                             |                              |                                     |            |
| 18   |  |                             |                              |                                     |            |
| 19   |  |                             |                              |                                     |            |
| 20   |  |                             |                              |                                     |            |
| 21   |  |                             |                              |                                     |            |
| 22   |  |                             |                              |                                     |            |
| 23   |  |                             |                              |                                     |            |
| 24   |  |                             |                              |                                     |            |
| <b>Firma encargado de planta.</b>  |  | <b>Firma Transportador.</b> |                              | <b>Firma de quien recibe (obra)</b> |            |
| <b>Nº Identificación:</b>  |  | <b>Nº Identificación:</b>   |                              | <b>Nº Identificación:</b>           |            |

### 17.4.2 PROPUESTA MANEJO ALMACEN DE OBRA

A continuación, se muestra la implementación de la metodología de las 5S en el almacén de obra de gramar s.a.

**FIGURA 20**


*Gráfica metodología de las 5S. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017*



Como se mencionó anteriormente se propone un formato de control que evidencia trazabilidad en la entrega de materiales, el traslado y la disposición final, este hace parte integral del desarrollo del diagrama de procesos ya mostrado.

**TABLA 34**

*Cuadro salida de almacén equipos y/o herramientas.*

|   |                            |   |                         |   |
|---|----------------------------|---|-------------------------|---|
|  |                            | <b>SALIDA DE ALMACEN<br/>EQUIPOS Y/O<br/>HERRAMIENTAS</b> |                         |   |
| <b>Nombre del proyecto:</b>   |                            | Salitre   |                         |   |
| <b>Nombre de quien recibe:</b>  |                            | Jose Parra  |                         |   |
| <b>Identificación:</b>  |                            | 1.023.693.365   |                         |   |
| <b>Contacto:</b>  |                            | 311 562 35 26   |                         |   |
| <b>Fecha de entrega:</b>  |                            | 12-05-2017  |                         |   |
| <b>CODIGO INVENTARIO</b>  | <b>DESCRIPCION</b>         | <b>CANTIDAD</b>   | <b>FECHA DEVOLUCION</b> | <b>OBSERVACIONES</b>                    |
| 00-123  | Extensión 110 de 30 metros | 1   |                         | Se entrega en buen estado, color negro. |
|   |                            |   |                         |   |
|   |                            |   |                         |   |
|   |                            |   |                         |   |
|   |                            |   |                         |   |
|   |                            |   |                         |   |
|   |                            |   |                         |   |
|   |                            |   |                         |   |
|   |                            |   |                         |   |
|   |                            |   |                         |   |
|   |                            |   |                         |   |
|   |                            |   |                         |   |
| <b>Almacenista</b>  |                            | <b>Trabajador y/o persona encargada</b>                   |                         |   |
| CC.   |                            | CC.   |                         |   |



Adicional a esto se propone realizar una programación de orden y aseo en las áreas de almacenamiento según las siguientes fotografías se evidencia falta de señalización para restricción de paso a terceros hacia las zonas de almacenaje de materia prima:



*Tomadas por: Henry Cano. Acopio de material. Almacén de obra Universidad Externado, 2017*

Estado actual

Se deben instalar señalizaciones que prohíban el paso a personal no autorizado.



*Tomadas por: Henry Cano. Acopio de material. Almacén de obra Universidad Externado, 2017*

## 18. CONCLUSIONES PROYECTO

1. Al realizar el análisis de las actividades de las obras de Gramar se evidenciaron los desperdicios generados, permitiendo que la compañía tomara conciencia de los mismos y se interesara en buscar una medida para controlarlos y convertirlos en valor para la compañía y el cliente.
2. La implementación del Lean permitió tener una visión más amplia de los componentes productivos y no productivos de la compañía.
3. La implementación del Lean permitió realizar estrategias de control, como seguimientos, formatos que permitirán a Gramar tener un mayor control de sus obras y hallar fácilmente las fallas para tomar correctivos a tiempo.
4. En relación con el programa académico el proyecto se puede comparar o considerar como una interventoría, o control interno que hará el seguimiento y control riguroso de las obras dentro de la compañía, la cual permitirá mejorar los procesos y cumplir con los requerimientos del cliente y lo programado. Se evidencio que la implementación de formatos crean un ambiente de control constante en cada uno de los procesos realizados y una identificación más precisa de sus actividades y rendimientos en obra y planta de Gramar.
5. Al realizar la implementación de la metodología Lean se pudo cumplir con el objetivo general del proyecto y en el alcance principal de como poder optimizar los recursos de Gramar realizando análisis de sus obras y así poder mejorar y estandarizar procesos que lleven a cabo una mejora continua en la compañía y sus obras.
6. La implementación del concepto de mejora continua desde la perspectiva Lean Construction ayudara a la minimización de los procesos que no generan valor en Gramar.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achell. J. F. (Marzo 2014) *Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid*. Fundación laboral de la construcción. 1ª edición. Madrid.
- Achell. J. F. (Marzo 2014) .Modelo Project System [Figura 3]. *Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid*. Fundación laboral de la construcción. 1ª edición. Madrid.
- Achell. J. F. (Marzo 2014). Actores o agentes sociales que integra el IPD [Figura 4]. *Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid*. Fundación laboral de la construcción. 1ª edición. Madrid.
- Achell. J. F. (Marzo 2014). Elementos del BIM. [Figura 5]. *Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid*. Fundación laboral de la construcción. 1ª edición. Madrid.
- Achell. J. F. (Marzo 2014). Elementos del SUP. [Figura 6]. *Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid*. Fundación laboral de la construcción. 1ª edición. Madrid.
- Achell. J. F. (Marzo 2014). Pasos del Target Costing [Tabla 4]. *Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid*. Fundación laboral de la construcción. 1ª edición. Madrid.
- Alexandria Engineering Journal (2013) Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. Vol 52. Pág. 697–704. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581503163X>
- Brioso. X. (No Fecha) Associate Professor. *Researcher and Chair of Construction Management & Technology Research Group (GETEC)*, Pontifical Catholic University of Peru, Av. Universitaria 1801. Lima 32. Perú
- Cano. H, Arango. K & Nieto. N (2016). *Cuadro comparativo de desperdicios (materiales vs costos)*. Proyecto C.C ACQUA [Tabla1, 2 ,3] [Figura 1,2]. Recopilado de Grammar S.A.S-Google Maps. (2016) *Planta granitos y mármoles S.A S.* [Gráfica 1]. Recuperado de

<https://www.google.com.co/maps/place/Gramar+Sede+Tober%C3%ADn/@4.743725,-74.0493097,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e3f85767c78f83f:0xcbcfc9234d0b76eb!8m2!3d4.743725!4d-74.047121>

-Google Maps (2016) *Bloques H e I – Universidad Externado de Colombia* [Gráfica 2]. Recuperado de

<https://www.google.com.co/maps/place/Universidad+Externado+de+Colombia/@4.5952028,-74.0707604,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e3f99af830cf371:0x10f9d8dc756362aa!8m2!3d4.5952028!4d-74.0685717>

-Google Maps (2016) *Remodelación Centro Comercial Salitre Plaza* [Gráfica 3]. Recuperado de <https://www.google.com.co/maps/place/Salitre+Plaza/@4.6528618,-74.1117042,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e3f9b9177fc76f9:0xb413bf38476d8543!8m2!3d4.6528618!4d-74.1117042>

-Google Maps (2016) *Centro Comercial Plaza Usaquén* [Gráfica 4]. Recuperado de <https://www.google.com.co/maps/search/Centro+Comercial+Plaza+Usaqu%C3%A9n/@4.6901753,-74.0513299,15z/data=!3m1!4b1>

- Porras. H. & Sánchez. O & Galvis. J. (03 /06 / 2014) *Filosofía Lean Construction para la Gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. Vol. 11 - No. 1. “AVANCES” Investigación en Ingeniería. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-11/art4.pdf>

- Rómulo. J & De la Cruz. C.A (No fecha) *Tesis, aplicación de la filosofía lean Construction en una obra de edificación*. Lima, Perú.

-TABLA 1 .Cuadro comparativo de desperdicios (materiales vs costos), proyecto C.C ACQUA. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de GRAMMAR S.A

-TABLA 2.Cuadro comparativo de desperdicios (materiales vs costos), proyecto U Externado Bloque H. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de GRAMMAR S.A

-TABLA 3 .Cuadro comparativo de desperdicios (materiales vs costos), proyecto Torre 11-95

LG. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de GRAMMAR S.A

-TABLA 4.Pasos del Target Costing. Recuperado de Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid

-TABLA 5.Gráfica estructura metodológica de análisis Lean propuesta. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 6.Tabla Informe de obra. Gramar S.A. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 7.Cuadro Proyecto Universidad Externado (Tiempos). Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

TABLA 8.Gráfica tiempo no contributivo. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 9.Gráfica Horas tiempos en 8 semanas. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 10.Cuadro proyecto Centro Comercial Salitre (Tiempos). Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 11.Gráfica tiempo no contributivo. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017.

-TABLA 12.Gráfica Horas tiempos en 8 semanas. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 13.Tabla formato identificación de perdidas (Horas Hombre). Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 14.Cuadro Horas hombre – No contributivo externado. Realizado por Henry Cano,

Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 15. Cuadro horas hombre perdidas – No contributivo Salitre. Realizado por Henry

Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 16 .Cuadro informe de obra- Registro fotográfico. Realizado por Henry Cano,

Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 17. Cuadro Informe de Obra registro Fotográfico – Universidad Externado Bloque H-1.

Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 18. Cuadro control asistencia a obra. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango,

Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 19. Cuadro de resultados estado inicial de cómo se opera. Realizado por Henry Cano,

Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 20. Cuadro de resultados estado inicial de cómo se opera. Realizado por Henry Cano,

Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 21. Cuadro Improvisado /Rutinario - resultados estado inicial de cómo se opera.

Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 22. Cuadro de resultados implementando Lean Construction – metodología. Realizado

por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 23. Gráfica Método Lean Construction. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango,

Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 24. Gráfica Comparación de métodos. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango,

Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-TABLA 25. Cuadro de resultados estado inicial de cómo se opera. Realizado por Henry Cano,

Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

- TABLA 26.Cuadro de resultados implementado Lean Construction. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017
- TABLA 27.Gráfica comparación de métodos. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017
- TABLA 28.Cuadro requerimientos del cliente. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017
- TABLA 29.Cuadro Acta de reunión. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017
- TABLA 30.Cuadro programa de capacitación personal Gramar S.A. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017
- TABLA 31.Cuadro informe de obra. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017
- TABLA 32.Cuadro informe semana. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017
- TABLA 33.Cuadro salida de materiales a obra. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017
- TABLA 34.Cuadro salida de almacén equipos y/o herramientas. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017
- FIGURA 1.Gráfica comparativa de desperdicios (costos), 3 PROYECTOS GRAMAR S.A. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de GRAMMAR S.A
- FIGURA 2.Gráfica comparativa de desperdicios (Materiales), 3 PROYECTOS GRAMAR S.A. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Recopilado de GRAMMAR S.A



-FIGURA 3. Modelo Project System. Recuperado de Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid.

-FIGURA 4. Actores o agentes sociales que integra el IPD. Recuperado de Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid

-FIGURA 5. Elementos del BIM . Recuperado de Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid

-FIGURA 6. Estructura del SUP. Recuperado de Introducción a Lean Construcción de la fundación Laboral de la Construction de Madrid

-FIGURA 7. Gráfico porcentaje tiempos en 8 semanas. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 8. Diagrama horas sema. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 9. Gráfico porcentaje tiempos en 8 semanas. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 10. Diagrama horas semana. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 11. Gráfica horas hombre pérdidas. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 12- Gráfica porcentaje Horas hombre por actividades. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 13. Gráfica horas hombre pérdidas. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017



-FIGURA 14.Gráfica porcentaje Horas hombre por actividades. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 15.Gráfica horas hombre perdidas Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 16.Gráfica porcentaje Horas hombre por actividades. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 17.Gráfica acta de reunión. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 18.Gráfica diagrama de proceso salida de material de planta de producción a obra. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

-FIGURA 19.Gráfica manejo de materiales. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A. 2017

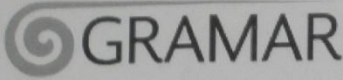
-FIGURA 20.Gráfica metodología de las 5S. Realizado por Henry Cano, Katherine Arango, Nilton Nieto. Gramar S.A 2017

-GRÁFICA 1.Planta granitos y mármoles S.A. Recuperado de <https://www.google.com.co/maps/place/Gramar+Sede+Toberín>

-GRÁFICA 2.Bloques H e I – Universidad Externado de Colombia. Recuperado de <https://www.google.com.co/maps/place/Universidad+Externado+de+Colombia/>

-GRÁFICA 3.Remodelación Centro Comercial Salitre Plaza.Recuperado de <https://www.google.com.co/maps/place/Salitre+Plaza/>

ANEXOS



## DIAGNOSTICO INICIAL DE OBRA.

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| ELABORADO POR:                     | Nilton Nieto, Katherine Arango, Henry Cano  |
| LUGAR DE LA INSPECCION:            | Centro Comercial Salitre  |
| ACTIVIDADES INSPECCIONADAS:        | Estado de Obra  |
| FECHA DE INSPECCION:               | <input type="text" value="09"/> <input type="text" value="03"/> <input type="text" value="2017"/> |
| ELEMENTOS CON RIESGO DE ACCIDENTE: | SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>   |

### DIAGNOSTICO.

- Se realizó inspección de la obra, acompañada por el residente a cargo. Esta obra tiene una particularidad, se está ejecutando en las noches para no interferir en las actividades del centro comercial durante el día. Se encontraron 8 presas de trabajo en la instalación de pilas. De acuerdo al cronograma de trabajo Consultado al residente, la ejecución del proyecto va al día, sin atrasos.

Se evidencio que no hay una verificación de cantidades instaladas a diario, este control se hace cada semana o cuando se realiza el corte de obra.

No hay un formato de medición de rendimiento de los obreros o de cantidades, tampoco hay un control de materiales entregados al instalador, por lo cual dificulta medir el material que llega a la obra vs el ejecutado.

No hay un orden en la disposición de materiales, generando obstáculos innecesarios y que generan que los procesos sean más lentos, el orden es clave en este tipo de proyecto ya que toca dejar librerías aereas, tomando un tiempo importante en esta actividad, no se encuentra un plan de manejo de orden y aseo.

El almacen de obra no está organizado y no hay un control específico de lo que llega y sale del almacen.

Todo el personal usa adecuadamente los EPP.

se encuentra varios desperdicios de material, sin un plan de reutilización o punto de acopio del mismo, generando pérdidas económicas importantes por su alto costo, cada desperdicio de material suma, lo cual afecta el presupuesto.

# GRAMAR

## DIAGNOSTICO INICIAL DE OBRA.

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| ELABORADO POR:                     | Nilton Nieto, Katherine Arango, Henry Gona                         |
| LUGAR DE LA INSPECCION:            | Universidad Externado - Bloque I                                   |
| ACTIVIDADES INSPECCIONADAS:        | Estado de la obra.   |
| FECHA DE INSPECCION:               | 02      03      2017   |
| ELEMENTOS CON RIESGO DE ACCIDENTE: | SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |

## DIAGNOSTICO.

- Se realizó inspección de la obra con el grupo de trabajo, acompañados del residente o. cargo
- Durante la visita encontramos 2 frentes de trabajo cubriendo actividades en 2 zonas del bloque I, 1 frente trabajando en la instalación de pilos y el otro frente en la instalación de piezas de fachada.
- Se analizó la disposición de algunos Materiales en obra, encontrando que no hay orden específico de los mismos, así mismo el almacenamiento está muy expuesto a posibles pérdidas, encontramos varios obstáculos de material en la obra, lo cual impide el continuo proceso, y la posible generación de accidentes.
- También se evidenció el desperdicio de material, sin un plan de reutilización o punto de acapio del mismo, el desperdicio puede estar generado por la mala medición desde el concepto del diseño de las piezas de acuerdo a sus dimensiones, o la mala manipulación del material por parte del instalador.
- Según cronograma de trabajo consultado al residente, llevan 5 días de obra, por diferentes factores como condiciones climáticas o a la espera de la llegada del material, así mismo no hay un formato de medición de rendimiento del personal y la obra respecto a lo que requiere el proyecto.
- La verificación del material instalado se hace simultáneamente, haciendo seguimiento al cronograma diseñado para la ejecución de la obra.
- El almacén de obra está un poco desordenado lo que dificulta la realización de inventario, no se evidencia un control del material entregado o piezas a instalar.
- Todo el personal usa adecuadamente los EPP