

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS MONTERREY

DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA



**PRÁCTICAS SUSTENTABLES EN SUPERVISIÓN DE OBRA
DE VIVIENDA EN SERIE**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA Y
ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

ESPECIALIDAD EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

PRESENTADA POR:
BENJAMÍN TIJERINA ALVIZO

MONTERREY, N.L

DICIEMBRE DEL 2010

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi familia

A mis padres, Neftalí y Rosa porque siempre cuento con ellos.

A mis hermanos Talín e Isaac, por su paciencia.

A mi novia Flor por su apoyo incondicional.

A mi asesor Dr. Salvador García Rodríguez por brindarme la orientación y todo su apoyo durante este proyecto y en toda la maestría.

A mis sinodales M.C. Eduardo Castañares Márquez y M.C Kevin Luna Villarreal por su orientación y apoyo en mi trabajo recepcional.

DEDICATORIA

Esta obra es una ofrenda de trabajo a Jehová mi Dios y Padre, quien nos lleva de victoria en victoria y en su nombre haremos proezas.

A Él sea toda la honra y gloria, ahora y siempre.

Amén

ÍNDICE

RESUMEN	9
Objetivos	10
Introducción.....	10
Justificación.....	11
Lógica Argumental	12
Resultados esperados.....	13
1 SUPERVISIÓN.....	14
1.1 Antecedentes de la supervisión.....	14
1.2 Definición e importancia de la supervisión.....	15
1.3 El supervisor	18
1.3.1 Capacitación y certificación de supervisores.....	19
1.3.2 Autoridad del supervisor	19
1.3.3 Perfil del supervisor	20
1.3.4 Competencias técnicas.....	21
1.3.5 Habilidades interpersonales.....	21
1.3.6 Valores y actitudes	23
1.3.7 Manejo de los conflictos y comunicación efectiva	24
1.3.8 La necesidad de supervisión	27
1.3.9 Organización de la supervisión.....	29
1.3.10 Responsabilidades del supervisor	30
2 SUSTENTABILIDAD	33
2.1 Generalidades.....	33
2.2 La sustentabilidad: más allá del medio ambiente	34
2.3 Sustentabilidad en la construcción	35
2.3.1 Indicadores ecológicos para una construcción sustentable.....	36
2.3.2 Acciones.....	38
2.3.3 Materiales y sistemas constructivos.....	39
2.3.4 Criterios medioambientales en la construcción	40
3 METODOLOGÍA.....	45
3.1 Diagrama esquemático	45
3.2 Descripción	46

3.3	Creación de los parámetros de evaluación de problemas ambientales	46
3.3.1	Consumo de recursos.....	46
3.3.2	Emisiones a la atmosfera.....	47
3.3.3	Generación de desperdicios	47
3.3.4	Perfil de la empresa a la que se aplicará la encuesta	47
3.4	Creación de la encuesta.....	51
3.4.1	Consumo de recursos.....	51
3.4.2	Emisiones.....	54
3.4.3	Residuos	57
3.5	Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa).....	60
3.6	Aplicación de la encuesta.....	61
4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
4.1	Criterios de evaluación de la encuesta.....	63
4.2	Descripción de la encuesta aplicada en la “Empresa 1”	63
4.2.1	Resultados de la encuesta aplicada a la “Empresa 1”	84
4.3	Descripción de la encuesta aplicada a la “Empresa 2”	86
4.3.1	Resultados de la encuesta aplicada a la “Empresa 2”	97
4.4	Resultados finales de la Empresa 1 y 2.....	99
4.5	Recomendaciones de los resultados.....	102
4.6	Guía de prácticas sustentables en la supervisión de obra.....	105
4.7	Conclusiones sobre los resultados	108
5	RECOMENDACIONES	109
6	CONCLUSIONES.....	110
6.1	Supervisión	110
6.2	Sustentabilidad.....	110
6.3	Metodología	111
6.4	Resultados	111
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama esquemático de la metodología aplicada	45
Figura 2: Organigrama de la “Empresa # 1”	49
Figura 3: Organigrama de la “Empresa # 2”	50
Figura 4: Derrame excesivo de agua por el curado	51
Figura 5: Cimbra de madera utilizada en la construcción	52
Figura 6: a) y b) Saco de cemento endurecido debido a la exposición al medio ambiente	52
Figura 7: El mal almacenamiento de la herramienta propicia a su pérdida o robo.	53
Figura 9: Losa de concreto recién colada con concreto premezclado	54
Figura 8: a) y b) Almacén de materiales en mal estado y con malas condiciones de seguridad	54
Figura 10: Fogata improvisada para calentar la comida de los albañiles	55
Figura 11: a) Emulsión asfáltica colocada para evitar la filtración de agua al interior del relleno de la casa. b) desperdicio del impermeabilizante depositado en un contenedor inapropiado y tirado en el sitio de la obra.....	56
Figura 12: Acumulación de basura en el sitio de la obra	57
Figura 13: Sacos de cementante tirados en el sitio de la obra	57
Figura 14: Sobrantes de mosaico tirado en la obra	58
Figura 15: a) y b) La herramienta utilizada para la colocación de yeso presenta sobrantes de material adherido debido a la mala limpieza.	58
Figura 16: Pedacería de madera producto del corte para adaptar las dimensiones de la cimbra	59
Figura 17: Cubeta que contiene mortero endurecido generando basura.....	59
Figura 18: Diagrama de Causa - Efecto (Ishikawa)	60
Figura 19: Gráfica de los resultados de la entrevista a la empresa 1	85

Figura 20: Gráfica de los porcentajes de las categorías a las que pertenecen las actividades de los primeros cinco lugares de la empresa 1.....	86
Figura 21: Gráfica de los resultados de la entrevista a la empresa 2.....	98
Figura 22: Gráfica de los porcentajes de las categorías a las que pertenecen las actividades de los primeros cinco lugares de la empresa 2.....	99
Figura 23: Gráfica comparativa de los porcentajes de presencia de las actividades mencionadas.....	101
Figura 24: Gráfica de los porcentajes de las categorías a las que pertenecen las actividades de los primeros cinco lugares de la empresa 1 y 2.....	102

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Lista de personas entrevistadas en la “Empresa # 1”	49
Tabla 2: Personas entrevistadas en al “Empresa # 2”	50
Tabla 3: Criterio de evaluación de la encuesta.....	63
Tabla 4: Actividades ordenadas de mayor a menor frecuencia de aparición basándose en la encuesta aplicada.....	84
Tabla 5: Actividades ordenadas de mayor a menor frecuencia de aparición basándose en la encuesta aplicada	97
Tabla 6: Resultados finales de las empresas 1 y 2.....	100

RESUMEN

La industria de la construcción ha tenido que buscar nuevas técnicas que involucren procesos sustentables. La supervisión de obra juega un papel clave en el desarrollo de ésta, ya que le corresponde coordinar los procesos constructivos.

Se desea crear prácticas para realizar la supervisión de obra con criterios sustentables. Se realizará un modelo que proponga buenas costumbres constructivas para reducir el impacto ambiental en la etapa de ejecución. El modelo será aplicado a la construcción de vivienda.

Con la información recabada mediante visitas a campo y en las bases de datos del país, se determinaron cuales son las 16 principales prácticas que representan un daño al medio ambiente y se consideran debilidades de la supervisión de obra. Posteriormente los problemas fueron agrupados en consumo de recursos, emisiones a la atmósfera y generación de residuos para su mejor estudio.

Se aplicó una encuesta a dos empresas de la localidad desarrolladoras de vivienda en serie para conocer con qué frecuencia se presentaban las actividades que representan un daño para el ambiente.

Al recabar la información se determinaron cuales eran las actividades que se presentaban con mayor frecuencia y se propusieron algunas recomendaciones para la erradicación o disminución de dichas prácticas.

Objetivos

Identificar las actividades en la construcción de vivienda que generan un impacto negativo al medio ambiente.

Elaborar una guía que permita a los supervisores de obra administrar sus proyectos con procesos sustentables, aplicable a la construcción de vivienda.

Introducción

Los problemas ambientales son generados por actividades, procesos o comportamientos humanos, que trastornan el entorno y ocasionan impactos negativos sobre el ambiente, la economía y la sociedad, cuyos efectos en el mediano y largo plazo ponen en riesgo la biodiversidad y la calidad de vida de toda la humanidad. En la actualidad se tiene el problema de contaminación generada por la industria de la construcción, que comienza desde la extracción de materias primas, seguida por la fabricación de productos y termina en la edificación.

Hoy en día se hace más evidente el daño provocado por este sector y cada vez son más palpables sus efectos en el medio ambiente. Un ejemplo de este hecho se observa en el derroche de recursos que giran alrededor de una construcción, como son el transporte de material, maquinaria que contamina y el uso inadecuado del agua. Hablando de los materiales utilizados, poco se conoce del gran impacto que tiene la fabricación del cemento. La industria cementera es una de las que más afecta con emisiones a la atmósfera, ya que por cada tonelada de cemento producida se genera una tonelada de dióxido de carbono (CO₂), y si tomamos en cuenta que en México se producen aproximadamente 34 millones de toneladas anuales de cemento Portland [1], tenemos que cada año se lanza a la atmósfera la misma cantidad de CO₂. El daño que provoca dicho compuesto en los humanos, va desde la lluvia ácida,

Objetivos

Identificar las actividades en la construcción de vivienda que generan un impacto negativo al medio ambiente.

Elaborar una guía que permita a los supervisores de obra administrar sus proyectos con procesos sustentables, aplicable a la construcción de vivienda.

Introducción

Los problemas ambientales son generados por actividades, procesos o comportamientos humanos, que trastornan el entorno y ocasionan impactos negativos sobre el ambiente, la economía y la sociedad, cuyos efectos en el mediano y largo plazo ponen en riesgo la biodiversidad y la calidad de vida de toda la humanidad. En la actualidad se tiene el problema de contaminación generada por la industria de la construcción, que comienza desde la extracción de materias primas, seguida por la fabricación de productos y termina en la edificación.

Hoy en día se hace más evidente el daño provocado por este sector y cada vez son más palpables sus efectos en el medio ambiente. Un ejemplo de este hecho se observa en el derroche de recursos que giran alrededor de una construcción, como son el transporte de material, maquinaria que contamina y el uso inadecuado del agua. Hablando de los materiales utilizados, poco se conoce del gran impacto que tiene la fabricación del cemento. La industria cementera es una de las que más afecta con emisiones a la atmósfera, ya que por cada tonelada de cemento producida se genera una tonelada de dióxido de carbono (CO₂), y si tomamos en cuenta que en México se producen aproximadamente 34 millones de toneladas anuales de cemento Portland [1], tenemos que cada año se lanza a la atmósfera la misma cantidad de CO₂. El daño que provoca dicho compuesto en los humanos, va desde la lluvia ácida,

corrosión en el acero de refuerzo del concreto, hasta enfisema pulmonar, además de que es el principal gas contaminante de efecto invernadero, causante del calentamiento global.

Se tiene que entender la importancia y urgencia de aplicar el concepto de sustentabilidad en la industria de la construcción y en todo lo que esté involucrado con la misma. Dicho concepto se define como *“el uso adecuado de los recursos naturales, sin agotamiento, para que las generaciones futuras puedan contar con ellos, es decir, desarrollo con respeto hacia el ecosistema”* [2]. Cada día se hacen más críticos los efectos de la devastación de los ecosistemas, la gran contaminación al medio ambiente y la escasez de materias primas han desencadenado un efecto en el calentamiento global, provocando que el cambio climático se manifieste en un periodo de tiempo relativamente corto y todos los problemas que éste conlleva.

Es por ello que en todo el mundo se está promoviendo la aplicación de un enfoque sustentable a la industria de la construcción, ya que este sector productivo es uno de los más importantes para el desarrollo de un país y a la vez impacta directamente en el estilo de vida de la población. Se está desarrollando una nueva tendencia a implementar prácticas sustentables de supervisión de obra para la construcción de vivienda.

Justificación

El papel del supervisor de obra es fundamental en la estructura organizativa y funcional de las obras de construcción. Se trata de la figura que ejerce de enlace entre la empresa, el promotor y la dirección facultativa, por un lado, y por otro, entre el personal propio de la empresa (ayudante de jefe de obra, encargados, capataces, operadores, oficiales, peones, administrativos) y personal ajeno a la empresa (industriales subcontratistas, industriales suministradores, comerciales, guardia urbana y vecinos). La capacidad del

corrosión en el acero de refuerzo del concreto, hasta enfisema pulmonar, además de que es el principal gas contaminante de efecto invernadero, causante del calentamiento global.

Se tiene que entender la importancia y urgencia de aplicar el concepto de sustentabilidad en la industria de la construcción y en todo lo que esté involucrado con la misma. Dicho concepto se define como *“el uso adecuado de los recursos naturales, sin agotamiento, para que las generaciones futuras puedan contar con ellos, es decir, desarrollo con respeto hacia el ecosistema”* [2]. Cada día se hacen más críticos los efectos de la devastación de los ecosistemas, la gran contaminación al medio ambiente y la escasez de materias primas han desencadenado un efecto en el calentamiento global, provocando que el cambio climático se manifieste en un periodo de tiempo relativamente corto y todos los problemas que éste conlleva.

Es por ello que en todo el mundo se está promoviendo la aplicación de un enfoque sustentable a la industria de la construcción, ya que este sector productivo es uno de los más importantes para el desarrollo de un país y a la vez impacta directamente en el estilo de vida de la población. Se está desarrollando una nueva tendencia a implementar prácticas sustentables de supervisión de obra para la construcción de vivienda.

Justificación

El papel del supervisor de obra es fundamental en la estructura organizativa y funcional de las obras de construcción. Se trata de la figura que ejerce de enlace entre la empresa, el promotor y la dirección facultativa, por un lado, y por otro, entre el personal propio de la empresa (ayudante de jefe de obra, encargados, capataces, operadores, oficiales, peones, administrativos) y personal ajeno a la empresa (industriales subcontratistas, industriales suministradores, comerciales, guardia urbana y vecinos). La capacidad del

supervisor de obra, como eje central del engranaje constructivo por su función integradora, es un factor clave para garantizar el éxito de la aplicación de buenas prácticas ambientales en una determinada obra de construcción o demolición. Con una actitud favorable será capaz de involucrar a la totalidad de agentes implicados, especialmente a los que se encuentran a pie de obra, y proporcionar una imagen de orden y de control general.

Debido a que cada proyecto es único, en la industria de la construcción los trabajos que se ejecutan en la obra no se hacen bajo una norma o algún método establecido. La calidad del trabajo es producto de las habilidades de cada supervisor, siendo éstas muy variables. Se tiene incluso un celo a revelar las acciones que llevan a un trabajo bien realizado. Promoviendo así una tendencia a laborar con métodos empíricos y anticuados que frenan el desarrollo de una sociedad.

Lógica Argumental

En el proyecto se estudiaron casos referentes a los conceptos de control de recursos, emisiones de contaminantes, manejo de los residuo para lo cual fue necesario analizar estadísticas y realizar un estudio de campo para conocer las costumbres que actualmente se llevan a cabo. Además se buscó identificar a los organismos y las normas que rigen los procedimientos de construcción.

Basándose en los resultados anteriores, se propondrán técnicas sustentables que reduzcan los gastos, eficienten el consumo de recursos y mejoren la seguridad de los trabajadores.

supervisor de obra, como eje central del engranaje constructivo por su función integradora, es un factor clave para garantizar el éxito de la aplicación de buenas prácticas ambientales en una determinada obra de construcción o demolición. Con una actitud favorable será capaz de involucrar a la totalidad de agentes implicados, especialmente a los que se encuentran a pie de obra, y proporcionar una imagen de orden y de control general.

Debido a que cada proyecto es único, en la industria de la construcción los trabajos que se ejecutan en la obra no se hacen bajo una norma o algún método establecido. La calidad del trabajo es producto de las habilidades de cada supervisor, siendo éstas muy variables. Se tiene incluso un celo a revelar las acciones que llevan a un trabajo bien realizado. Promoviendo así una tendencia a laborar con métodos empíricos y anticuados que frenan el desarrollo de una sociedad.

Lógica Argumental

En el proyecto se estudiaron casos referentes a los conceptos de control de recursos, emisiones de contaminantes, manejo de los residuo para lo cual fue necesario analizar estadísticas y realizar un estudio de campo para conocer las costumbres que actualmente se llevan a cabo. Además se buscó identificar a los organismos y las normas que rigen los procedimientos de construcción.

Basándose en los resultados anteriores, se propondrán técnicas sustentables que reduzcan los gastos, eficienten el consumo de recursos y mejoren la seguridad de los trabajadores.

Resultados esperados

La reducción del impacto ambiental de la construcción basada en los siguientes aspectos:

- Control del consumo de recursos
- Reducción de las emisiones contaminantes
- Minimización y la correcta gestión de los residuos que se generan a lo largo del proceso constructivo.

1 SUPERVISIÓN

1.1 Antecedentes de la supervisión

La administración de personal, descrita por primera vez por el ingeniero Frederick Taylor, se denomina: administración científica; surgió a principios del siglo XX con el crecimiento acelerado de la industrialización donde los ingenieros mecánicos se reclutaban para supervisar a los trabajadores. Esta tiene el principio de asignar a un trabajador una tarea determinada y específica para que la realice en un tiempo dado y de una forma determinada, es decir, el trabajador quede como parte de una gran máquina. Este tipo de administración se fue perfeccionando con los años, cronometrando el tiempo de cada tarea analizando los movimientos; en comparación con las otras no consideraba al elemento humano. Actualmente esta administración científica es tomada como Larry Appley lo hace, como sistema, por una parte, como relaciones humanas por otra. [3]

La administración de las relaciones humanas inició en la década de los años 20, surgieron los sindicatos y cobró fuerza la necesidad de la relación social para el trabajador, la unión laboral para exigir y cumplir sus obligaciones se hizo cada día más necesaria y el trabajador llegó a formar parte de la organización.

La década de los 60 trajo consigo una ruptura entre esos dos tipos de administraciones de personal. En la era de la administración de recursos humanos, se considera al trabajador apto y autónomo de realizar sus tareas, por consiguiente, se le tiene que supervisar en menor medida.

La administración de contingencia, es otro tipo de administración moderno de personal, en el que los administradores asumen que cada situación de trabajo requiere una mezcla única de trabajadores, tecnología, estructura de organización y estilo de dirección, es la que más se necesita hoy en día y la que se utilizará perfectamente en el futuro de las organizaciones.

La importancia de la supervisión en la construcción ha sido reconocida desde de que esta actividad se profesionalizó. En un documento fechado en el año 97 d.C., Sixto Frontino, comisionado de aguas del Imperio Romano, escribió: *“Ni una obra requiere mayor cuidado que aquella que debe soportar la acción del agua; por esta razón todas las partes del trabajo deben hacerse de acuerdo con las reglas del arte, que todos los obreros saben, pero pocos cumplen”*. Este importante constructor de hace casi dos mil años deja en claro que aún cuando el personal obrero sea competente, la labor de la supervisión es necesaria para garantizar que el trabajo cumpla con los requisitos especificaciones.

En 1964, Jacob Feld, notable investigador de las fallas estructurales de los edificios de concreto, observó que en muchos casos las causas de los colapsos no provienen de la insuficiencia en el diseño, sino de la falta de competencia de la supervisión, y escribió: *“La supervisión competente y estricta, casi inamistosa, parece ser la clave del problema de cómo prevenir fallas.*

1.2 Definición e importancia de la supervisión

De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española, supervisar es *ejercer la inspección en trabajos realizados por otros*. La teoría de la administración moderna (Suárez, 2001) se basa en un ciclo de cuatro funciones principales: Planeación, Organización, Dirección y Control; siendo la supervisión del trabajo

una de las herramientas usadas para ejercer la Dirección. Otros autores (Ferry, 2001) utilizan la palabra Ejecución para nombrar a la tercera función.

En el contexto de la construcción, el Manual de Supervisión del Concreto (ACI, 1995) define la actividad de supervisar como *asegurar que se logren fielmente los requisitos y propósitos de los planos y las especificaciones*. [4]

En los proyectos de construcción, la supervisión es ejercida tanto por el constructor, como por el propietario. La supervisión que realiza el equipo del constructor o contratista está altamente orientada a la función administrativa de la Dirección, y hace uso principalmente del ejercicio de la autoridad, la delegación de funciones y la utilización de los medios de comunicación, entre un equipo humano. Sin embargo no es la única función administrativa que realiza, ya que participa también en el ejercicio del Control: la supervisión es responsable de que el tiempo de ejecución y la calidad correspondan con los planeados; y es corresponsable –junto con el personal administrativo de la empresa– de ejercer el control de los costos. Además, la supervisión, como parte del equipo del contratista, tiene una responsabilidad legal y moral sobre la seguridad y la higiene del personal técnico y obrero asignado a la obra, y sobre el impacto que los procesos constructivos tengan sobre el medio ambiente.

La supervisión podrá cumplir cada una de sus responsabilidades siempre que cuente con el apoyo de la dirección de la empresa, que será la responsable de que se den las condiciones generales de operación. Por poner algunos ejemplos: si la constructora no tiene una política de seguridad en la obra y no pone a disposición del supervisor los recursos necesarios, éste se verá impedido de realizar una labor eficiente en este rubro; o si los materiales no son comprados en el momento adecuado y llegan con retraso a la obra, el supervisor difícilmente podrá cumplir con los programas de ejecución.

Por otra parte, el propietario ejerce también la función de la supervisión a través de la denominada *supervisión externa*. Con la contratación de este servicio, el propietario pone dentro de la obra a un profesionalista (o equipo de profesionalistas) – independiente del constructor– que lo representa, y cuya misión es garantizar que reciba el producto que corresponde a lo que ha contratado y paga. Cuando el propietario de la obra es toda la sociedad en su conjunto, la entidad o dependencia de gobierno que administra los recursos económicos nombra a un funcionario público denominado *residente de supervisión*, que de acuerdo a lo establecido en el artículo 112 de la Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con la misma (2010) es el responsable de la: *supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos, así como de la aprobación de las estimaciones*. El ejercicio de la supervisión externa está principalmente orientado a la función administrativa del Control; por lo general, el supervisor externo no ejerce autoridad sobre los trabajadores, ni delega responsabilidades entre ellos, y su nivel de comunicación con los obreros es limitado.

Muchos estudios han mostrado que gran parte de los problemas en las construcciones, tanto desde el punto de vista de la seguridad, como desde el punto de vista del servicio, no provienen del diseño, ni de los materiales, sino principalmente de la ejecución de la construcción. Calavera (1996) reporta 51 % de fallas atribuibles a la ejecución y 37% atribuibles al proyecto. Lo anterior pone de manifiesto la importancia de la supervisión; en muchos casos el desempeño de esta actividad tiene una fuerte influencia en las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, y puede provocar elevados costos durante estas fases del ciclo del proyecto, e incluso una utilización ineficiente de la construcción.

Para desempeñar exitosamente la supervisión de una obra es necesario realizar una serie de actividades programadas, ordenadas y sistematizadas. Estas actividades deben tener una orientación principalmente preventiva para

evitar retrabajos (trabajos que se ejecutan por segunda vez) que incrementan tanto el costo, como el tiempo de ejecución, y probablemente también afecten la calidad. Las *acciones preventivas* están orientadas a la revisión de los requisitos de ejecución de las actividades antes que estas se ejecuten, como por ejemplo: revisar la calidad de los materiales, antes de utilizarlos; revisar el alineamiento de la cimbra de un grupo de columnas, antes de colarlas; hacer una prueba de presión en una tubería, antes de ocultarla bajo rellenos o pisos, etc.

También, serán necesarias las *acciones de verificación*, en la que se inspeccionará el trabajo ejecutado, en algunos casos de manera sistemática – cuando la importancia del trabajo lo amerite– y en otros casos de manera selectiva. Cuando el trabajo no cumpla con los requisitos pactados el supervisor deberá hacer uso de las *acciones correctivas* para cumplir con su misión dentro de la obra; sin embargo, muchas acciones correctivas no hablan de un buen supervisor, sino de una carencia de acciones preventivas.

1.3 El supervisor

El supervisor debe ser una persona íntegra, con experiencia práctica en la parte del proyecto que se la ha asignado y la preparación teórica que le permita conocer los principios técnicos pertinentes. Debe conocer cómo se hacen las cosas y por qué se hacen así. Las personas con preparación teórica pero sin experiencia práctica, deben adquirirla en la obra trabajando bajo la supervisión de supervisores experimentados, antes de dejarlos trabajar por su cuenta.

En esta investigación se le llamará supervisor a aquella persona que cumpla la función de mando; también es posible llamarles capataces, supervisor de primera línea o de línea frontal, gerente de sección o de departamento. Se dice que el supervisor es un administrador de primera línea en el esquema

tradicional de administración (vertical), ya que tiene contacto directo con los trabajadores, aquéllos dan órdenes y evalúan su desempeño.

Conforme aumenta la importancia que se le da al control de calidad y se emplean nuevos métodos de construcción, aumentan también los estándares requeridos para materiales y mano de obra, en relación a los anteriormente aceptados.

La supervisión solo puede ser efectiva si se cuenta con un apoyo sólido por parte de la alta dirección. Los supervisores deben tener la capacidad de jerarquizar los distintos conceptos para poder concentrar su atención en los más importantes. Por encima de todo deben estar familiarizados con las tolerancias y criterios de recepción establecidos en los documentos del diseño. Los supervisores deben registrar de inmediato las desviaciones encontradas e informar al momento tanto a la gerencia del contratista como a sus superiores.

1.3.1 Capacitación y certificación de supervisores

Los supervisores capacitados adecuadamente, son mucho más efectivos que los no entrenados. Los supervisores pueden recibir su instrucción básica en escuelas intermedias, escuelas técnicas e instituciones educativas similares pero deben tener un proceso de capacitación continua. Todos los estímulos y apoyos que brinden en este sentido, son muy convenientes y redituables para los patrones. Éstos deben proporcionar cursos de capacitación periódicos para asegurarse de que los supervisores reciben conocimientos y capacitación actualizados.

1.3.2 Autoridad del supervisor

Al inicio de cada trabajo, es indispensable que el jefe de supervisión en forma clara y precisa delegue su autoridad al supervisor, indicando las acciones que

deben tomarse en diferentes situaciones que puedan presentarse. Se recomienda que las obligaciones y responsabilidades se proporcionen por escrito. Un supervisor debe tener autoridad para:

Detener la autorización para un colado hasta que las condiciones previas (como cimbra, preparación de juntas, colocación de varillas) se puedan aprobar y esté disponible el personal para supervisar el colado.

Negar la autorización para la utilización de materiales, equipo y mano de obra que no satisfagan los requerimientos de los documentos del diseño o que puedan conducir a un producto terminado que no los cumpla.

En los dos casos anteriores el supervisor normalmente tiene autoridad para tratar directamente con los jefes de cuadrilla del contratista, informando de inmediato a su jefe. El supervisor sólo debe suspender los trabajos como último recurso, cuando es evidente que de seguir las actividades como van, se producirá un mal resultado en la obra, siempre con la previa autorización de su jefe. En conceptos secundarios no explícitamente contenidos en los criterios de recepción de las especificaciones, el supervisor debe aplicar su criterio personal, resolviendo lo más posible sobre la marcha. Cuando se trate de conceptos importantes o políticas generales no explícitamente incluidas en las consideraciones, deberá someterlos de inmediato a la consideración de su jefe.

1.3.3 Perfil del supervisor

El trabajo de supervisión –como la mayoría de las labores desempeñadas por los ingenieros– requiere de tres tipos de competencias: competencias técnicas, habilidades interpersonales, y valores y actitudes positivas; del concurso de estas tres competencias dependerá su desempeño integral como supervisor, entendiendo que cumplir con los objetivos del proyecto con base en costos

sociales y/o malas relaciones humanas no puede considerarse como un adecuado desempeño del profesionista.

1.3.4 Competencias técnicas

Por lo general, únicamente se solicitan competencias técnicas a los aspirantes a un puesto de supervisión, y estas son las que se evalúan por el área de recursos humanos. Entre las competencias que suelen solicitarse se pueden mencionar las siguientes: experiencia sobre los materiales y los procedimientos de construcción comunes; habilidades para la interpretación de planos; habilidades para programar y cuantificar los recursos y productos de la construcción; y entrenamiento en la utilización de programas de cómputo, tanto de oficina, como aplicaciones específicas para la ingeniería civil. Además para supervisores especializados en algún subsistema del proyecto, se les solicita conocimientos más profundos y experiencia en diversas áreas específicas, tales como: fabricación y montaje de estructuras; instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de aire acondicionado, o especiales; elevadores y montacargas; pisos industriales; acabados especiales; impermeabilizaciones, etc.

Dentro de la visión tradicional de la supervisión de obra, los ingenieros o arquitectos que demuestren competencia técnica son considerados candidatos idóneos al puesto.

1.3.5 Habilidades interpersonales

El principal recurso que un supervisor administra es el humano; por lo que las habilidades que se requieren para entablar y cultivar las relaciones Interpersonales no deben soslayarse, ya que éstas juegan un papel importante en el ejercicio de la supervisión. El supervisor juega el rol de la máxima autoridad en la obra, sin embargo, el llevar un casco de un color diferente, o un

gafete que acredite su puesto, no es suficiente para que ejerza de manera efectiva ese papel.

El supervisor es responsable de establecer su autoridad en la obra como resultado de su ejercicio profesional. Y esto únicamente se logra si es capaz de guiar con éxito la conducta de sus subordinados, para la consecución de sus metas específicas dentro del proyecto. En la medida que el supervisor colabore con su equipo humano dictando órdenes atinadas y oportunas se convertirá en su líder y tendrá menos dificultades para ejercer la autoridad.

Por otra parte, el supervisor también requiere habilidades para el trabajo en equipo, mismas que son indispensables para interactuar con otros profesionistas responsables de supervisar otros subsistemas del proyecto, o con personal de otros departamentos de la empresa, que tienen un nivel jerárquico igual o similar al suyo. Generalmente, las metas de cada persona son diferentes, por lo que suelen presentarse conflictos entre sus intereses, ya que cada uno tiene sus propias responsabilidades y orden de prioridades. Se requiere que todos trabajen en equipo y estén consientes que comparte un objetivo común: el proyecto; cuando esto no se da, son comunes las relaciones de escasa colaboración entre supervisores de diferentes subsistemas, o entre el personal de supervisión y el del costo, o el de diseño, por mencionar algunos ejemplos.

En general, el supervisor debe desarrollar habilidades para interactuar con todas las personas que intervengan o tenga injerencia en el proyecto. Algunos ejemplos de estas relaciones humanas pueden darse con: los vecinos de la obra –con suma frecuencia inconformes con el proyecto–, proveedores, funcionarios de diversas dependencias o entidades de gobierno, representantes de agrupaciones obreras, vendedores y prestadores de servicios para los trabajadores, líderes sociales de la comunidad, etc. Ante

cada uno de ellos el supervisor deberá representar adecuadamente al propietario de la obra.

1.3.6 Valores y actitudes

El desempeño del supervisor también se ve fuertemente influenciado por un tercer componente: los valores y las actitudes (Smith, 1987). El fracaso de un proyecto atribuido a una deficiente supervisión no únicamente se da por incompetencia técnica o por fallas en la interacción humana, sino también por el desapego a la ética profesional.

De una ponencia presentada recientemente en un congreso internacional de patología de la construcción, en la que se hace referencia a un edificio de 15 años de antigüedad que a la fecha presenta daños severos estructurales, se presenta la siguiente cita: *No se concibe una variación tan grande en las características del concreto sin la complicidad de la supervisión de obra, cuya misión es impedir la ocurrencia de los errores aquí documentados*” (Uribe, 2003). El investigador atribuye el problema estructural a la falta de responsabilidad de la supervisión, e incluso pone en duda su honradez.

Desgraciadamente, en México es común que la falta de valores, como son la lealtad y la fidelidad, haga que algunos supervisores actúen protegiendo intereses diferentes a los del dueño (para el caso de la supervisión externa) o de la empresa (en el caso de la supervisión interna). El supervisor debe evitar recibir favores personales, obsequios, invitaciones, etc. de las personas a las cuales les debe revisar su trabajo, y mantener la relación en un plano estrictamente profesional. También, está obligado a actuar con honestidad y justicia con los trabajadores.

Congruente con el dinamismo propio de la industria de la construcción, el supervisor debe ser tan laborioso como sea necesario para colaborar en el cumplimiento de la programación del proyecto. Desde luego que lo anterior

además de producir satisfacciones morales al supervisor, debe ser estimulado económicamente por parte de la empresa, para que esta actitud sea permanente. Para hacer más eficiente el trabajo, el orden es otra virtud que debe ser cultivada, y que no es muy común; son típicos los escritorios de los ingenieros repletos de papeles y con poco espacio para trabajar.

En una encuesta realizada, sobre las debilidades de egreso de los estudiantes de la FIUADY (Facultad de Ingeniería de la Universidad de Yucatán) , entre empleadores de ingenieros civiles (empresarios de la construcción y funcionarios públicos) el 14% mencionó como la principal debilidad la *falta de actitud positiva hacia el trabajo* (Solís y Arcudia, 2003). Este problema de actitud suele ser provocado por una insatisfacción con las percepciones económicas y en la inseguridad laboral, ya que muchos ingenieros –y el supervisor no es la excepción– suelen ser contratados para prestar sus servicios en un proyecto en particular, y no en forma permanente. De cualquier forma, el profesional debe poner por encima de estas circunstancias su ética profesional y afrontar de manera positiva sus responsabilidades.

1.3.7 Manejo de los conflictos y comunicación efectiva

Es común e inevitable que durante la construcción de las obras se presenten disputas y controversias de diversa índole que dan lugar a conflictos. Estos pueden darse entre miembros de la organización del constructor, y en este caso serán afrontados por su propia supervisión; o entre la organización y el dueño, y en este caso deberán ser afrontados por la supervisión externa.

Un ambiente cordial y profesional propicia buenas relaciones humanas dentro de cualquier interacción humana, lo cual hará más fácil la solución de los conflictos. La actitud del supervisor en la obra debe ser agradable, pero impersonal; debe mostrar una actitud de colaboración, pero a su vez evitar la familiaridad. Parte de las labores propias del supervisor es detectar los errores

en el trabajo de los demás; en estos casos debe tomar todas las medidas que correspondan, pero dentro de un marco ético, por lo que debe evitar la crítica hacia los ejecutores del trabajo y no hacer alarde de su descubrimiento, lo cual es negativo para el clima en la obra. Asimismo debe reconocer y ponderar el trabajo bien ejecutado y ayudar a dar satisfacción a las necesidades humanas de reconocimiento, atención y estimación (necesidades de nivel superior).

Para un manejo adecuado de los conflictos, el supervisor debe plantear los asuntos de manera positiva, sin atacar, para propiciar un clima en el cual se puedan lograr las soluciones; para esto, los asuntos se deben analizar, madurar y definir, antes de exponerlos. También, es muy importante evitar plantear los problemas en lugares o momentos de tensión entre las partes, ya que el ambiente no será propicio para la solución del conflicto.

El supervisor debe conocer y utilizar todos los medios de comunicación que tenga a su disposición. Los más importantes son la comunicación verbal y el uso de la bitácora de obra. Algunos otros son: los reportes periódicos, los oficios y los medios gráficos (como dibujos y fotografías).

La comunicación verbal es el medio de comunicación más común en la obra, pero debe limitarse para transmisión de información o instrucciones que por su naturaleza no sean de trascendencia para el costo, la duración o la calidad de la obra; o que impliquen modificaciones a los trabajos previamente pactados.

Para participar en un diálogo es muy importante saber escuchar; se debe atender al interlocutor sin distraerse escribiendo, dibujando o mirando a otro lado que no sea el propio interlocutor. Debe evitarse interrumpir a la otra persona antes que termine su exposición; y es recomendable indicar con movimientos de cabeza o expresiones cortas (sí, claro, no, etc.) el hecho de que se está comprendiendo lo que expone. Estas actitudes, aparte de hacer más efectiva la comunicación, minimizando las interferencias, demuestran respeto hacia el interlocutor, lo cual invita a una actitud recíproca.

Por su parte, la bitácora de obra es el instrumento legal mediante el cual se deja constancia de lo sucedido en la obra día a día. Es un medio tanto de comunicación como de mando que el supervisor debe utilizar de manera correcta y sistemática durante todo el desarrollo de la obra. Cuando una disputa trasciende al ámbito de los tribunales, la bitácora es una prueba legal de gran importancia y puede ser el factor que incline la balanza hacia una de las partes en el conflicto. De ahí que las anotaciones deben ser claras, concretas, veraces y oportunas.

Dado su carácter legal –con igual valor probatorio que el contrato, los planos y las especificaciones constructivas– es una importante responsabilidad del supervisor resguardar la bitácora para cuidar su integridad y velar por que siempre permanezca en la obra. La utilización de la bitácora está restringida a un representante del dueño (la supervisión externa) y a un representante del constructor (la supervisión del contratista); en algunas ocasiones ambas partes pueden estar representadas por más de una persona, pero en cualquiera de los casos únicamente podrán hacer uso de la bitácora quienes acrediten sus cargos y firmas en la primera hoja. Además, todas las hojas deben estar foliadas y cada anotación que se haga debe incluir las firmas de las dos partes, la fecha, e incluso la hora si el evento reportado lo amerita.

Algunas anotaciones que nunca deben faltar en la bitácora de una obra son: constancia de verificaciones geométricas diversas, tales como trazos, niveles, escuadras, plomos, alineaciones, dimensiones de los elementos, etc.; reporte de las mediciones de los diferentes conceptos constructivos cuya dimensión sea diferente a la de los planos, o que no estén contenidas en los mismos, como las profundidades de excavaciones o de los cimientos, o de cualquier elemento que sea ocultado por conceptos subsecuentes; mediciones y pruebas realizadas a los diversos tipos de instalaciones, como las pruebas de presión en tuberías, mediciones de voltaje en conductores eléctricos, pruebas de temperaturas asociadas a equipos acondicionadores de aire, etc.; constancia

de revisión de trabajos que son requisitos para la autorización del inicio de subsecuentes actividades de importancia especial, tales como revisión de rellenos para la autorización de la ejecución de los pisos, revisión de cimbras, armados e instalaciones para la autorización del inicio de los colados de concreto, revisión de las pruebas de los recubrimientos y acabados especiales para la autorización de su ejecución, etc.; autorización de generadoras y de estimaciones, así como de la entrega de los cheques respectivos, para dejar constancia de las fechas en la se conciliaron los intereses de ambas partes y se efectuaron los pagos parciales; constancia de los eventos de cualquier índole que se considere que pueden estar provocando un contexto diferente al existente en el momento del acuerdo contractual entre las partes, tales como fenómenos meteorológicos extraordinarios, cambios notorios en la situación económica del país, obstáculos en el avance del proyecto o interrupciones no previstas que la constructora no tiene en sus manos evitar, etc.; reprogramaciones que sean acordadas por ambas partes; y constancia de revisión final de los trabajos y cierre de la bitácora dando por concluida la obra.

Una bitácora de obra que contenga toda la información que arriba se menciona con las firmas de conformidad tanto del constructor, como del supervisor, será una herramienta efectiva de comunicación formal; y además, evitará discusiones y conflictos que tienen su origen en diferentes recuerdos e interpretaciones de hechos no documentados.

1.3.8 La necesidad de supervisión

La razón de ser de la supervisión es la necesidad de garantizar el cumplimiento exacto de lo estipulado en los planos y especificaciones de los documentos contractuales.

El concepto de supervisión como se usa en el campo de la construcción, incluye no sólo observaciones y mediciones de campo sino también pruebas de laboratorio, con obtención y análisis de sus resultados. De manera similar el

término supervisor se aplica también en muchos casos a individuos clasificados como técnicos de laboratorio encargados de efectuar las pruebas, especialmente en la obra. [5]

El reto de la calidad ha llevado al establecimiento de empresas de supervisión que vigilen y controlen el campo de la construcción.

Las empresas de supervisión actuales se desarrollan a partir de las establecidas originalmente en el pasado por dependencias gubernamentales con el propósito de supervisar las operaciones de los contratistas que construían para la dependencia como propietaria. Algunas veces tal supervisión degeneraba, convirtiéndose en la relación antagónica entre el supervisor y el personal contratista. Reconociendo que todos se benefician de un trabajo bien organizado y bien hecho, la supervisión actual se ha convertido en un esfuerzo conjunto entre el supervisor y el personal que controla la calidad por parte del contratista. En tiempos remotos, la supervisión con frecuencia se realizaba en una forma tan profunda y detallada que el contratista consideraba innecesario y redundante el realizar revisiones y pruebas como parte del control de las operaciones. En fechas reciente se ha enfatizado en regresar la responsabilidad de la supervisión y de las pruebas al contratista, que es a quien corresponde esta actividad.

Clasificación por objetivos.

Los alcances y responsabilidades de la supervisión en la construcción, se han diversificado y ampliado de tal forma, que en la actualidad se puede contratar a empresas de supervisión con algunos objetivos:

- Representar al propietario de la estructura en construcción y garantizar que reciba en obra lo que está pagando por ella.

- Garantizar el cumplimiento de planos y especificaciones, elaborando los documentos que certifiquen dicho cumplimiento.
- Representar al constructor, como miembro de su equipo y realizar las funciones de supervisión de las operaciones como parte del programa de control de calidad. Esto contribuye a garantizar que el producto terminado cumplirá los requerimientos de los documentos del diseño y que por lo tanto será recibido por el representante del propietario.
- Representar a organizaciones gubernamentales (oficina de peritos, oficina de licencias de construcción, etc.) encargados de hacer cumplir los reglamentos de construcción. En este caso, los supervisores tendrán como responsabilidad únicamente el verificar que el trabajo terminado cumpla con las normas y reglamentos vigentes.

1.3.9 Organización de la supervisión

Independientemente de su clasificación, un equipo de supervisión puede estar formado por varias personas o una sola en proyectos muy pequeños, llegando inclusive a dedicar tiempo parcial a un proyecto específico. La supervisión puede ser responsabilidad de grupos tales como los siguientes:

- Grupo de supervisión dependiente del propietario. Un ejemplo lo constituyen los equipos permanentes o semipermanentes de las dependencias gubernamentales o de las grandes industrias que tienen programas continuos de construcción.
- Grupo de supervisión dependiente de una empresa comercial de diseño para trabajar en los proyectos diseñados por la misma.
- Grupo de supervisión de un laboratorio comercial contratados para dar servicios de pruebas y supervisión.
- Grupo de supervisión que forma parte del personal del contratista y está entrañando para proporcionar la supervisión de control de calidad en los proyectos que la empresa construye.

- Grupo de supervisión que forma parte del personal de un proveedor de la industria de la construcción y está entrenado para proporcionar las pruebas y supervisión que requiere el control de calidad.

1.3.10 Responsabilidades del supervisor

La publicación ACI 311, 4R, se preparó como una guía para arquitectos, ingenieros y propietarios en el desarrollo de equipos y programas efectivos de supervisión. Se refiere al programa de supervisión para recepción, necesario para garantizar al propietario que se cumplan los requerimientos de los documentos del diseño (planos y especificaciones) establece en una de sus partes: Que para protección del propietario y público en general, la responsabilidad de la supervisión debe recaer en el proyectista, como una extensión de su responsabilidad de diseño. Este puede cumplir con esa responsabilidad en persona a través de empleados o delegándola en una empresa de supervisión elegida directamente por él.

En el caso en que el propietario proporciona los servicios de ingeniería, él de elegir a la empresa de supervisión. Los honorarios por supervisión deben ser un concepto independiente y pagarse directamente por el propietario al diseñador o a la empresa de supervisión. Como en última instancia la responsabilidad final de la supervisión recae en el diseñador, se deberá mantener una estrecha vigilancia sobre cualquiera de las partes que realice operaciones de supervisión. En ningún caso la supervisión de recepción o de pruebas de laboratorio podrá ser realizada por el contratista o por alguien bajo su responsabilidad, salvo cuando así lo indique la legislación vigente o el propietario considere que en esa forma quedan mejor protegidos sus intereses. No debe permitirse que los laboratorios de pruebas de materiales que proporcionan servicios adjuntos a la compañía constructora en el mismo proyecto de construcción, ya que esta práctica representa un conflicto potencial

de intereses. Además, por tratarse de servicios profesionales, la selección del supervisor deberá hacerse con base en la experiencia.

La guía establece que el diseñador debe evitar la mala costumbre de incluir los honorarios de supervisión, de recepción y de pruebas de laboratorio como parte del contrato del constructor y que él pague al supervisor y al laboratorio. Esta práctica no se considera favorable a los intereses del propietario ya que hace más difícil en estas circunstancias un servicio profesional e imparcial y, en última instancia, el propietario indirectamente acaba pagándolos, muchas veces aumentados por el cargo de indirectos.

Cuando la construcción está bajo un contrato normal, el supervisor representante del propietario no es responsable ni tiene autoridad para dirigir al personal del constructor. El personal de supervisión del propietario es responsable y puede estar involucrado en la determinación de materiales, procedimientos y productos terminados conforme a los requisitos de los documentos del contrato o los estándares generalmente aceptados por la industria. No debe haber duda acerca de la necesidad de que el constructor reúna todos los requisitos del contrato.

Como representante del contratista. La supervisión y pruebas de laboratorio denominadas como supervisión de control de calidad o supervisión como parte del proceso la realiza personal del contratista ya sea el de planta o el contrato específicamente para un proyecto. En algunos contratos particularmente con dependencias gubernamentales, se exige al contratista el establecimiento de un programa formal de control de calidad con un mínimo de pruebas y revisiones. Aunque no sea requisito contractual, muchos contratistas tienen establecidos programas de control de calidad cuyas pruebas y revisiones las realiza personal que no es de línea y que reporta directamente a la dirección. El costo de estos programas representa generalmente una pequeña fracción de los ahorros obtenidos por la reducción de rechazos y disminución de

reparaciones y reposiciones. A veces este trabajo de supervisión no constituye una labor independiente sino que es realizado por personal de línea como una parte automática y rutinaria de su proceso de producción.

La supervisión realizada a nombre del contratista, sobre todo por exigencia contractual, normalmente es más detallada que la hoy usada para recepción. El personal del contratista realizará revisiones más minuciosas de nivel, alineación y limpieza de la cimbra, de la colocación de los elementos ahogados y las varillas de refuerzo, así como de las prácticas de colocación en general. Aunque no sea requisito contractual el contratista con frecuencia utiliza su propia supervisión como un seguro contra el rechazo de algún trabajo complejo que pudiera tener altos costos de reparación o reposición. Si estas revisiones no estuvieran a cargo de un equipo formal de control de calidad, deberán ser llevadas a cabo por los maestros o jefes de cuadrilla del contratista.

Estos programas funcionan en forma paralela a los del contratista y sus características varían dependiendo de los requisitos contractuales y del control de calidad del proveedor.

Como representante de organismos gubernamentales reguladores. La supervisión normalmente la realizan empleados permanentes de la dependencia. El nivel de supervisión es generalmente menor que en los casos anteriores, por lo que un supervisor puede vigilar muchos proyectos en forma simultánea, visitando los pequeños sólo una vez y en los medianos y grandes verificando la supervisión realizada por otros.

2 SUSTENTABILIDAD

2.1 Generalidades

La sustentabilidad es un concepto que desde hace varias décadas ha llamado la atención a estudiosos de diferentes disciplinas. Biólogos, sociólogos, antropólogos, geógrafos, ingenieros, urbanistas, arquitectos, entre otros, han intentado definir cada vez con mayor precisión su significado.

Su historia se inicia en la década de los años setenta cuando la defensa del medio ambiente se convirtió en uno de los temas más importantes de las campañas y agendas políticas en distintos países. Fue precisamente en junio de 1972, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo, Suecia, cuando creció la convicción de que se estaba atravesando por una crisis ambiental a nivel mundial.

A partir de esta conferencia, en donde se reunieron 103 estados miembros de las Naciones Unidas y más de 400 organizaciones gubernamentales, se reconoció que el medio ambiente es un elemento fundamental para el desarrollo humano. Con esta perspectiva se iniciaron programas y proyectos que trabajarían para construir nuevas vías y alternativas con el objetivo de enfrentar los problemas ambientales y, al mismo tiempo, mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales para las generaciones presentes y futuras. [6]

Años más tarde, en 1987, la Comisión de Medio Ambiente de la ONU emitió un documento titulado *Nuestro futuro común*, también conocido con el nombre de Informe Brundtland, por el apellido de la doctora que encabezó la investigación.

En este estudio se advertía que la humanidad debía cambiar sus modalidades de vida y de interacción comercial, si no deseaba el advenimiento de una era con inaceptables niveles de sufrimiento humano y degradación ecológica. En este texto, el desarrollo sustentable se definió como "aquel que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".[7]

2.2 La sustentabilidad: más allá del medio ambiente

Desde esta definición, expuesta en 1987, la percepción de la sustentabilidad se ha transformado. De una visión centrada en el deterioro del medio ambiente se ha transitado hacia una definición más integral que incluye muchos otros aspectos vinculados con la calidad de vida del ser humano.

Así las nociones de sustentabilidad desarrolladas en los años posteriores al Informe *Brundtland* incluyeron menciones a un cúmulo de procesos socioeconómicos, políticos, técnicos, productivos, institucionales y culturales que están relacionados con la satisfacción de las necesidades humanas.

En resumen, habría que decir que la sustentabilidad hace referencia en primer lugar a los seres humanos. El concepto clave es mantener las condiciones planetarias favorables para el desarrollo de la vida humana a nivel global y local. Pero, para lograr este objetivo es preciso cumplir ciertos requisitos. El primero es equilibrar las necesidades humanas con la capacidad de carga del planeta para proteger a las generaciones futuras. Esto significa que los efectos de las actividades humanas se mantengan dentro de unos límites que eviten la destrucción de la diversidad, complejidad y funcionamiento de los sistemas ecológicos que soportan la vida.

Sin embargo, la supervivencia de los seres humanos no es en sí misma el objetivo. La meta es poder vivir una vida segura, sana y productiva en armonía con la naturaleza y los valores culturales y espirituales locales. Esto significa que no sólo se trata de encontrar un equilibrio entre el desarrollo humano y la

vida de los ecosistemas, sino también de buscar un camino que lleve hacia la igualdad entre individuos y comunidades, naciones y generaciones. Buscar una alternativa que permita distribuir la riqueza (en la forma de acceso a recursos y oportunidades) y aumentar la prosperidad de todos

Como puede verse, con el paso del tiempo la sustentabilidad ha llegado a constituir un concepto que evoca una multiplicidad de procesos que la componen. Sin embargo, hay que decir que se trata de algo más que un término. La sustentabilidad es una nueva forma de pensar para la cual los seres humanos, la cultura y la naturaleza son inseparables. [8]

2.3 Sustentabilidad en la construcción

La construcción y operación de edificaciones tiene un impacto directo e indirecto en el medio ambiente. Los edificios utilizan recursos como energía, agua y materias primas, generan gastos (en el uso, construcción y demolición) y generan emisiones nocivas para la atmósfera. Constructores, diseñadores y dueños enfrentan el reto de conocer las demandas de las nuevas y renovadas instalaciones que son accesibles, seguras, saludables y productivas, las cuales tienen un impacto ambiental reducido.

Considerando los actuales retos económicos, remodelar y activar un edificio ya construido puede representar mayor costo que construir uno nuevo. El diseño de renovaciones mayores y modificaciones de edificios existentes para incluir iniciativas de sostenibilidad reducen los costos de operación y el impacto ambiental, e incrementa la capacidad de recuperación del edificio.

El concepto de sustentabilidad está haciendo presencia en el ámbito de ingeniería civil y construcción alrededor del mundo. La sustentabilidad tiene dimensiones ambientales, económicas y sociales; siendo la social la que recibe menos atención que las otras dos.

Mientras la construcción sustentable de edificios se encuentra en constante cambios, existen seis principales fundamentos sobre sustentabilidad.

- Optimizar el potencial de la estructura existente
- Optimizar el uso de energía
- Proteger y conservar el agua
- Utilizar productos ecológicos
- Mejorar la calidad ambiental interior
- Optimizar las prácticas de operación y mantenimiento

2.3.1 Indicadores ecológicos para una construcción sustentable

El Arquitecto Luis de Garrido ha desarrollado a partir de principios fundamentales un conjunto de indicadores que podrán determinar cuan ecológico es una determinada vivienda. Éstos a su vez se conjuntan en 5 grupos: MR [Materiales y recursos], E [energía], GR [gestión de residuos], S [salud] y U [uso de la vivienda]. Cada indicador se cuantifica por separado de forma porcentual [lo que se traduce a un valor decimal de 1 a 10], con lo que se puede hacer la media aritmética ponderada para dar un valor medio al grupo en el cual se incluye. Al final, se tiene un valor por grupo, que da muestra del grado total de sustentabilidad de una determinada construcción.

MR [Materiales y Recursos].

- Utilización de materiales y recursos naturales
- Utilización de materiales y recursos reciclados
- Utilización de materiales y recursos reciclables

- Utilización de materiales y recursos duraderos
- Capacidad de reciclaje de los materiales y recursos utilizados
- Capacidad de reutilización de los materiales y recursos utilizados
- Capacidad de reutilización de otros materiales con funcionalidad diferente
- Grado de renovación y reparación de los recursos utilizados

E [Energía].

- Energía utilizada en la obtención de materiales de construcción
- Energía utilizada en el proceso de construcción del edificio
- Idoneidad de la tecnología utilizada respecto a parámetros intrínsecos humanos
- Pérdidas energéticas del edificio
- Inercia térmica del edificio
- Eficacia del proceso constructivo [Tiempo, recursos y mano de obra]
- Energía consumida en el transporte de los materiales
- Energía consumida en el transporte de la mano de obra
- Grado de utilización de fuentes de energía naturales mediante el diseño del propio edificio y su entorno
- Grado de utilización de fuentes de energía naturales mediante dispositivos tecnológicos

GR [Gestión de Residuos].

- Residuos generados en la obtención de los materiales de construcción
- Residuos generados en el proceso de construcción del edificio
- Residuos generados debido a la actividad en el edificio
- Uso alternativo a los residuos generados por el edificio

S [Salud].

- Emisiones nocivas para el medio ambiente
- Emisiones nocivas para la salud humana
- Índice de malestares y enfermedades de los ocupantes del edificio
- Grado de satisfacción de los ocupantes

U[Uso].

- Energía consumida cuando el edificio está en uso
- Energía consumida cuando el edificio no está en uso
- Consumo de recursos debido a la actividad en el edificio
- Emisiones debidas a la actividad en el edificio
- Energía consumida en la accesibilidad al edificio
- Grado de necesidad de mantenimiento del edificio [9]

2.3.2 Acciones

En base a estos indicadores se han modelizado 40 acciones que deberían realizarse para hacer una construcción 100% sostenible. De nuevo, estas 40 acciones han sido agrupadas en tres grupos: Grupo A - Sin costo adicional [25 acciones], Grupo B - Sobre costo moderado [10 acciones] y Grupo C - Sobre costo sustancial [5 acciones]. Llevando a cabo las 25 acciones que no suponen ningún sobre costo en la construcción se puede lograr una efectividad sostenible de hasta un 60%, con las 10 acciones que implican un sobre costo moderado [2% al 5% del costo total] se puede lograr una sostenibilidad adicional de un 30% adicional, y por último, con las 5 acciones que implican un sobre costo sustancial [del 5% al 10% del costo de la obra], se puede conseguir un grado adicional del 10% aproximadamente.

Es evidente que el modelo de sostenibilidad que hay que seguir para la construcción debe ser incrementativo. O lo que es lo mismo, primero agotar las acciones del grupo A; cuando esto haya ocurrido, pasar a las acciones del grupo B, y solo cuando se hayan realizado, pasar, por fin, a las acciones del grupo C. Y si hay que quedarse a medio camino, quedarse tan solo con las acciones del grupo A.

2.3.3 Materiales y sistemas constructivos

El proceso de fabricación de los materiales y productos de la construcción tiene un fuerte impacto que afecta negativamente al medio ambiente, provocando la disminución de los recursos naturales y el aumento del gasto energético. La extracción del material natural, su transformación en materia prima, el proceso de fabricación del producto y el consumo de energía derivada del petróleo, originan emisiones de todo tipo, muchas tóxicas, contaminantes y potencialmente peligrosas para la salud. La herramienta de trabajo más utilizada en el estudio de la repercusión ambiental de materiales y soluciones constructivas es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Este método analiza los diferentes procesos a qué están sometidos los materiales (producción, transporte, utilización, etc.) y establece indicadores que los penalizan: efecto invernadero, ozono, energía, residuos, entre otros.

En general, las soluciones constructivas más correctas son las que tienen unas dimensiones ajustadas al cálculo (para reducir el volumen del material y por tanto, el consumo de energía) y están realizadas con elementos fácilmente separables, mediante capas no adheridas que permitan la construcción. Esta medida facilita el reciclaje posterior del material y minimiza la generación de residuos.

Por otra parte la utilización de sistemas prefabricados disminuye la generación de residuos en la obra y garantiza la recuperación de los generados en fabricarlos. En cuanto a los materiales es fundamental evitar la utilización de

los potencialmente peligrosos (como el asbesto o el plomo) o los que en el ciclo de vida originan emisiones en la atmósfera, sobre todo de clorofluorocarburos (CFCs).

Pese a que todos los materiales de construcción provocan un impacto sobre el medio ambiente, cada uno lo hace de forma diferente. Los de origen pétreo, por ejemplo, repercuten principalmente en el lugar de extracción, afectando al paisaje y originando emisiones de polvo. Los metales, además, consumen grandes cantidades de energía en el proceso de transformación, pero también se han de considerar las prestaciones y las posibilidades de reciclaje. Los plásticos tienen como impacto adicional las emisiones tóxicas que producen al ser incinerados. La madera es un recurso natural renovable (si su producción es correctamente gestionada), que consume poca energía en los procesos de transformación más usuales pero que, para algunos usos, puede requerir tratamientos de protección que a menudo originan emisiones y residuos tóxicos.

2.3.4 Criterios medioambientales en la construcción

La región norte del país se singulariza por la gran actividad constructora que desarrolla. En efecto, es una de las regiones más activas de este país. Toda esta actividad constructora se fundamenta en una fuerte demanda basada en el crecimiento vegetativo y en la inmigración de otras áreas del país así como del exterior, en la inexistencia de una verdadera política de alquiler de viviendas y en el hecho de que constituya la forma de inversión más rentable.

Además los trabajos de demolición y de rehabilitación que han incrementado, de forma muy significativa, el volumen de residuos que corresponden al ritmo habitual de construir. La consecuencia inmediata de esta actividad industrial es la generación de una cantidad desorbitada de desechos (casi una tonelada anual por habitante), de una demanda de materias primas, que está alrededor

de las 2 toneladas por m² construido y de un gasto de energía destinada a la fabricación de los materiales que intervienen en un edificio que, a modo de ejemplo, puede representar un 33% del consumo energético de una vivienda a lo largo de 50 años de vida útil.

En este sentido, el objetivo de este trabajo es el de reducir tanto como se pueda el impacto que ocasiona en el medio ambiente la actividad de construir. A este efecto, se ha evaluado la repercusión global que tiene la construcción mediante el análisis de los vectores que ligan esta industria con su entorno natural, es decir:

- Las emisiones contaminantes en el aire, en el agua y en el suelo.
- La generación de residuos.
- El consumo de recursos naturales, como el agua, la energía y los materiales.

Minimizar las emisiones contaminantes en el aire

Las emisiones en el aire desde los diferentes focos emisores de contaminantes en la atmósfera pueden alterar el equilibrio hasta el punto de afectar la estabilidad del medio y la salud de los seres vivos. Estos focos pueden contaminar por el hecho de añadir determinados gases en la atmósfera y descomponer otros; por aumentar el índice de partículas en suspensión y de los compuestos orgánicos volátiles, o por incrementar significativamente los niveles acústicos del medio y deteriorar la calidad ambiental del territorio.

A lo largo de la ejecución de una obra se desarrollan actividades que, a pesar de ocasionar emisiones de diferentes tipos (uso de maquinaria, pinturas, solventes, operaciones de corte y transporte, etc.), pueden moderarse significativamente adoptando, entre otros, acciones tan sencillas como la compra de productos menos perjudiciales para el medio y para la salud del

usuario (como es el caso de pinturas, solventes y desmoldantes de origen natural), el uso de maquinaria con sello CE y el uso de materiales que gozan de algún tipo de etiquetado ecológico

En el agua

El agua puede contener, como resultado del proceso constructivo, materias en suspensión que pueden afectar el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado, o sustancias disueltas que, a pesar de ser necesarias para el desarrollo de una actividad contraída, pueden modificar las condiciones iniciales (pH, temperatura, composición, etc.) y alterar la calidad del medio en caso de derramamientos fluidos en el suelo o en el agua.

Es preciso velar para que no se produzcan vertidos directos o indirectos (por filtración en el subsuelo) en el dominio público hidráulico de aguas residuales o de aguas que, pese a haber sido inicialmente tratadas, sean de una calidad que supere los límites de contaminación establecidos en la legislación vigente.

En el suelo

El suelo es un recurso no renovable a corto y medio plazo, que constituye un sistema en equilibrio dinámico de elevada vulnerabilidad, susceptible de alterarse y de perder el equilibrio natural y que tiene una interrelación directa con las aguas superficiales, las aguas subterráneas y la atmósfera.

Ambiente

El vertido o derramamiento de determinadas sustancias contaminantes en el suelo puede modificar las propiedades debido al incremento de concentraciones, superiores a aquellas que le son propias, de manera que comporte un riesgo real o potencial para la salud pública o para los sistemas naturales.

Minimizar la generación de residuos

Prevenir y minimizar: éste es el primer escalón contemplado asociaciones ambientalistas en el llamado Principio de Jerarquía de cara a reducir el impacto en el medio ambiente que ocasiona la generación de residuos (Principio de Jerarquía: (1) prevenir; (2) reutilizar; (3) reciclar; (4) aprovechar el residuo como fuente energética; (5) disponer el residuo en el vertedero).

Entendemos por minimización la reducción del uso de materias primas y de esas sustancias, productos, etc., que pueden dificultar o imposibilitar la reciclabilidad o la reutilización posterior de los materiales.

Los residuos que se generan en las obras de construcción pueden tener diferentes orígenes: la misma puesta en obra, el transporte interno de productos desde la zona de almacenaje hasta el lugar específico donde se tienen que aplicar, unas condiciones de almacenaje inadecuadas, embalajes que sirven para la protección hasta que el contenido es colocado y posteriormente se transforman en residuo, etc.

Si durante la fase de ejecución de una obra adoptamos medidas de almacenaje adecuadas a los diferentes tipos de materiales y optamos por una política de compras esmerada, la ratio de generación de residuos, que oscila alrededor de $0.12 \text{ m}^3 / \text{m}^2$ construido para obras de edificación, puede disminuir entre un 5 y un 10% e incluso alcanzar porcentajes de reducción mucho más elevados si escogemos elementos modulados de acuerdo con las dimensiones de nuestro edificio y ponemos en práctica algunas de las medidas que se indican más adelante.

Minimizar el consumo de recursos naturales

El consumo de materiales en la edificación implica un elevado impacto ambiental a causa del dispendio de recursos (más de 2 toneladas de materiales por metro cuadrado construido), del gasto de energía y de agua, de

los residuos generados y de la alteración del medio que la extracción y transformación de los materiales producen. En el año 2002 se generaron en el país 900 Kg. por habitante de residuos de construcción, de los que sólo se contempla en las estadísticas un 6% de reciclaje.

Además, si se tiene en cuenta que de la totalidad de residuos generados en una obra de construcción, el 60% son residuos pétreos y que el consumo de recursos naturales de origen pétreo supera los 1.000 kg. por metro construido, no podemos mostrarnos indiferentes a la necesidad de incorporar prácticas a lo largo del proceso constructivo que potencien la minimización y favorezcan el reciclaje de los materiales y de los residuos que se produzcan.

3 METODOLOGÍA

3.1 Diagrama esquemático

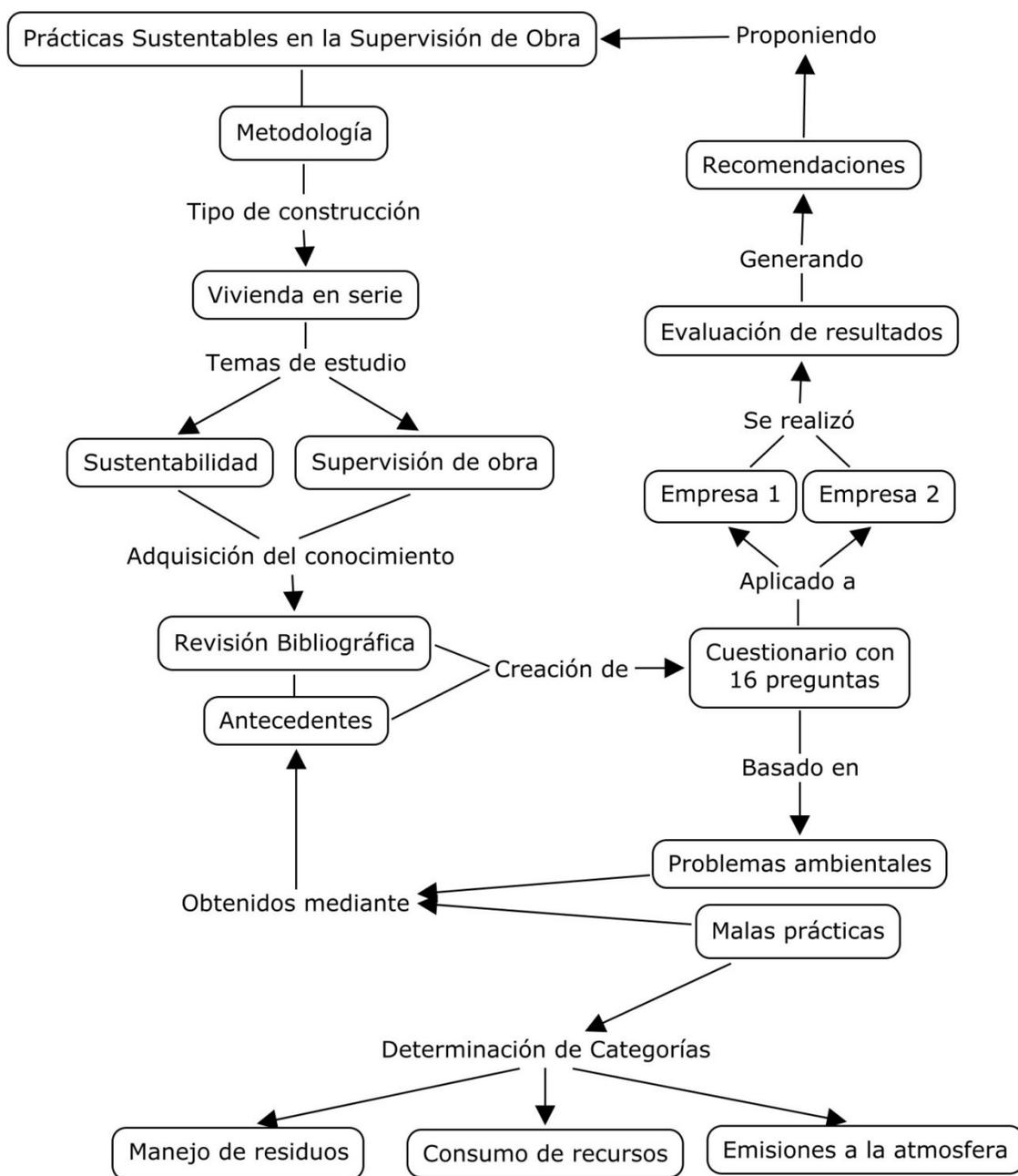


Figura 1: Diagrama esquemático de la metodología aplicada

3.2 Descripción

El análisis fue desarrollado en la ciudad de Escobedo Nuevo León

La investigación consiste en 4 partes principales:

1. La búsqueda de información en referencias bibliográficas y en visitas a obras.
2. Desarrollo del método para obtener la información deseada y creación del cuestionario aplicado a las personas relacionadas a la construcción.
3. Visita a obra y a las oficinas de la empresa para realizar la aplicación de la encuesta y conocer los principales problemas ambientales que se presentan.
4. Evaluación y presentación de los resultados.

3.3 Creación de los parámetros de evaluación de problemas ambientales

Para proponer soluciones a los problemas ambientales es necesario conocer cuáles son las prácticas que representan un daño al ambiente. En este trabajo se acotaron los problemas ambientales en 3 principales áreas:

- Consumo de recursos
- Emisiones a la atmosfera
- Generación de desperdicios

3.3.1 Consumo de recursos

Este problema ambiental surge al utilizar materiales para la construcción de manera deliberada. Aparte de los materiales que formarán a la casa, existen otros materiales que indirectamente son utilizados en la obra, tales como: madera para cimbra, clavos, varillas y tubos PTR.

Los principales recursos utilizados en una construcción son:

- Materias primas para fabricar los materiales y los productos necesarios para edificar.
- Agua para la fabricación y elaboración de los materiales durante la etapa de construcción

3.3.2 Emisiones a la atmosfera

Para este parámetro se considerarán las emisiones hechas principalmente por la maquinaria que se utiliza para construir y para transporte de material. Como retroexcavadores, camiones de volteo, trompos transportadores de concreto y maquinaria menor como bailarinas y revolvedoras.

También el uso de productos químicos como pinturas y aerosoles y la quema de madera para producir calor o calentar la comida.

3.3.3 Generación de desperdicios

Llamamos desperdicios a los elementos sobrantes que no son reutilizados y son considerados material de desecho. Pueden ser producto de alguna demolición o simplemente perdieron su utilidad debido a que ya no cumplen con las características necesarias para su buen uso.

3.3.4 Perfil de la empresa a la que se aplicará la encuesta

La aplicación de esta guía es para empresas que tengan un perfil sustentable, es decir, que estén dispuestas a adoptar técnicas para la reducción del consumo de recursos en sus procesos, la reducción de emisiones de gases a la atmosfera y de generación de desperdicios.

Es necesario que la empresa constructora esté certificada o afiliada a algún organismo que regule los procesos de construcción.

Uno de los principales factores que contribuyen al cumplimiento de los objetivos es la calidad. Cuando los procesos se realizan con calidad se garantiza la durabilidad de la obra, el cumplimiento del calendario o programa del proyecto, la disminución de errores y por ende la baja en el número de demoliciones en la obra.

Es primordial que todo el personal que se encuentre en la obra esté previamente capacitado. Dicha capacitación no solo consiste en adquirir experiencia sino en cursos impartidos por técnicos en donde se den a conocer desde las medidas de seguridad hasta las normas internacionales de calidad.

El supervisor de obra debe dominar el uso de las normas para garantizar que las cosas se estén haciendo conforme a lo establecido. Además de estar capacitado, el supervisor debe saber manejar de una forma efectiva al personal que está a su cargo.

Para la aplicación de la encuesta se consultaron a dos empresas inmobiliarias de la ciudad de Monterrey que actualmente cuentan con proyectos de construcción de vivienda en serie cuyos nombres se denominaran “Empresa 1” y “Empresa 2”.

La “Empresa 1” la cual cuenta con 30 años de experiencia en la construcción de viviendas en serie, me permitió el acceso a su oficina para entrevistar al personal administrativo el cual tiene trabajando desde la fundación de la misma. Al ser una empresa familiar el personal administrativo está en contacto directo con el equipo de supervisión de obra y realiza visitas periódicas al sitio de construcción, por lo que tienen pleno conocimiento del estado y de las condiciones de la obra.

Además de entrevistar al personal administrativo me fue posible contactar a los contratistas y supervisores de obra, en la tabla # 1 se presenta la lista de las personas entrevistadas de la empresa y en la figura # 2 se aprecia el organigrama de la misma.

Personas entrevistadas en la “Empresa 1”			
1	Director General	6	Supervisor 01
2	Director Administrativo	7	Supervisor 02
3	Director de Proyectos	8	Supervisor 03
4	Contratista 01	9	Supervisor 04
5	Contratista 02	10	Capataz

Tabla 1: Lista de personas entrevistadas en la “Empresa # 1”

Organigrama de la “Empresa 1”

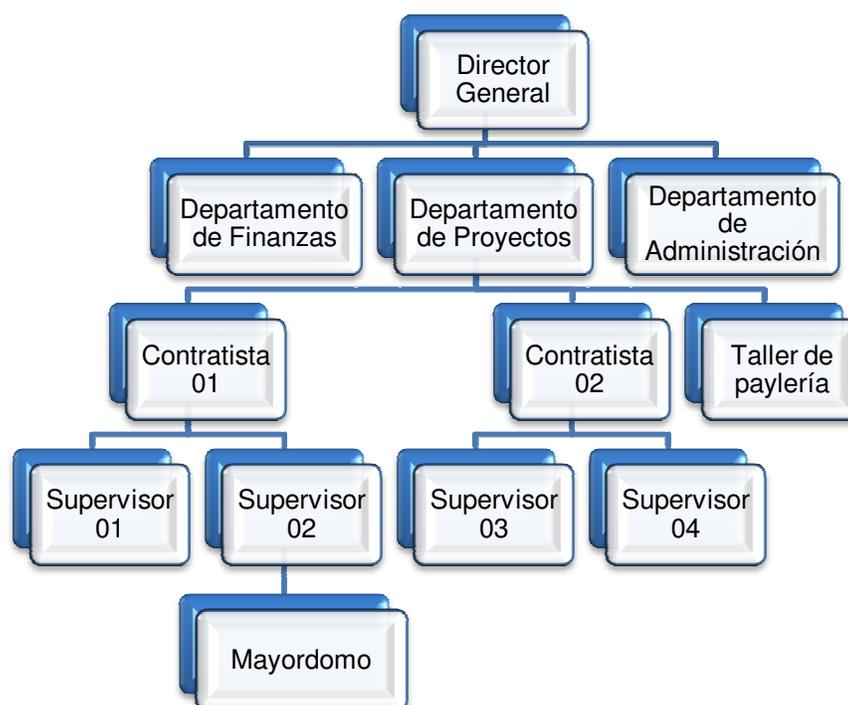


Figura 2: Organigrama de la “Empresa # 1”

La “Empresa 2” tiene 15 años de experiencia en la construcción de vivienda y fue la que me permitió el acceso al sitio de obra ubicado en el municipio de Escobedo Nuevo León, el fraccionamiento actualmente cuenta 160 casas construidas, 20 casas en construcción y existen 150 lotes disponibles. Las casas que construyen son de interés social, con lotes de 105 m², 83m² de construcción , dos plantas, 3 recamaras y 1.5 baños.

En la tabla # 2 se presenta la lista de las personas entrevistadas en la “Empresa # 2” y en la figura # 3 se muestra el organigrama de la misma.

Personas entrevistadas en la “Empresa 2”	
1	Residente de obra
2	Supervisor A
3	Supervisor B
4	Contratista A
5	Contratista B

Tabla 2: Lista de personas entrevistadas en la “Empresa # 2”

Organigrama de la “Empresa 2”

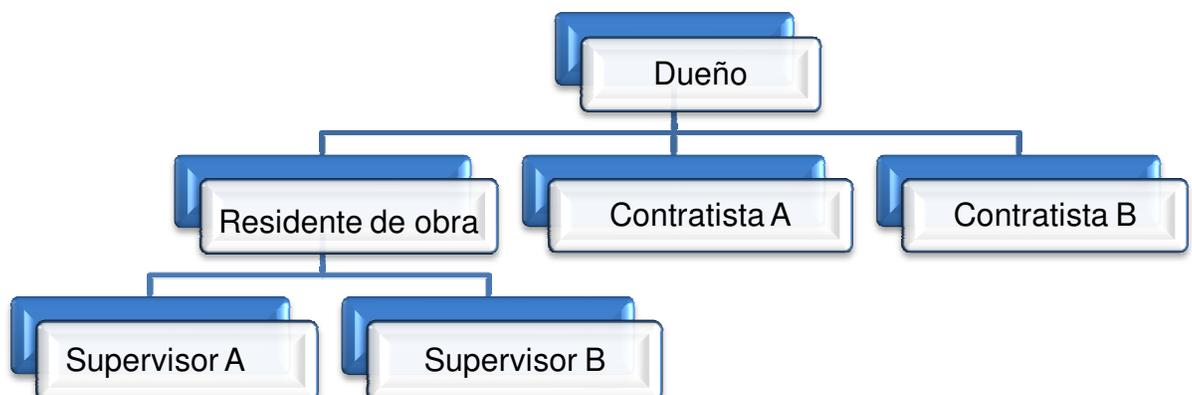


Figura 3: Organigrama de la “Empresa # 2”

3.4 Creación de la encuesta

Enseguida de establecer los parámetros de evaluación en la empresa y después de realizar una visita a campo para observar los trabajos de construcción, se establecieron 16 prácticas comunes en la construcción de vivienda que tienen alguna repercusión en el medio ambiente. Dichas prácticas se encuentran dentro de los parámetros de consumo de recursos, emisiones a la atmósfera y generación de desperdicios.

Cada problema debe ser evaluado por el supervisor según la frecuencia de aparición que él considere basándose en su experiencia laboral.

La frecuencia de aparición de los eventos se evaluará como: nunca, poco frecuente, muy frecuente y siempre, debiendo contestar con una marca en el papel que se le proporcionó.

A continuación se describe cada una de las prácticas consideradas para la entrevista y el criterio con el que fueron formuladas.

3.4.1 Consumo de recursos

1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.

Este problema se plantea para conocer la frecuencia con que el supervisor de obra observa derrame excesivo de agua producto del curado deliberado de los elementos recién colados. (Véase Figura 4)

El curado que generalmente se utiliza es el de encharcamiento y no se tiene precaución de cuanta agua se está utilizando dejando que se derrame excesivamente.



Figura 4: Derrame excesivo de agua por el curado

2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales



La madera es el elemento más utilizado para la cimbra en la construcción. Es un recurso renovable pero su abuso representa un gran problema para la deforestación que actualmente está viviendo el país. Su ventaja radica en la versatilidad de la madera, la cual es fácil de adquirir, es muy resistente y es posible reutilizarla. Desgraciadamente no se da el uso correcto y su vida se ve disminuida.

En la visita realizada se pudo observar mucha pedacería colocada en los elementos de escaleras y losas. (Véase Figura 5)

Figura 5: Cimbra de madera utilizada en la construcción

3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente.

Muchas veces en las obras se presentan gastos o pérdidas de materiales debido al almacenamiento incorrecto de los cementantes que al contacto con la humedad del medio ambiente fraguan en su empaque. (Véase Figura 6)



a)



b)

Figura 6: a) y b) Saco de cemento endurecido debido a la exposición al medio ambiente

4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria

La herramienta es de vital importancia en el desempeño de las actividades de la obra, cuando se presenta la pérdida de herramienta y la falta de maquinaria ya sea por descomposturas o robo, la obra es impactada por problemas de tiempo debido a que sin herramienta no se pueden realizar las actividades.

Al momento de faltar herramienta o maquinaria el supervisor se ve obligado a solicitar la reposición de la misma al departamento de compras, lo que significa adquirir un recurso y propiciar al consumo de materia prima para su producción.

En la figura 7 es posible observar el mal almacenamiento y descuido de las herramientas mientras se está laborando,



Figura 7: El mal almacenamiento de la herramienta propicia a su pérdida o robo.

5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)

Al igual que con la herramienta, el equipo de seguridad es indispensable para el bienestar del trabajador, por lo que su pérdida requiere la reposición inmediata lo que genera el consumo de recursos.

En la visita a la obra se pudo observar la deficiencia que existe en la seguridad del almacén, ya que no cuenta con las cerraduras suficientes para evitar robos y tiene partes sin asegurar (véase Figura 8).



Figura 8: a) y b) Almacén de materiales en mal estado y con malas condiciones de seguridad

3.4.2 Emisiones

6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.

El concreto es uno de los principales materiales utilizados en la construcción de vivienda en serie, actualmente para ahorrar tiempo y mejorar la calidad de la mezcla, se adquiere concreto premezclado.

El concreto premezclado es transportado en grandes camiones revolvedores. Al momento de realizar el colado de algún elemento estructural importante (véase Figura 9) es posible que debido a la falta de preparación del elemento se tenga que esperar un tiempo largo mientras el camión esta encendido, lo cual aparte de generar ruido consume combustible, emanando contaminantes a la atmósfera.



Figura 9: Losa de concreto recién colada con concreto premezclado

7. Uso prolongado de planta de luz

Debido a que muchos fraccionamientos no cuentan aun con servicios básicos como la energía eléctrica, en ocasiones es necesario utilizar una planta de luz ya que se realizan trabajos nocturnos o llega la noche debido a la importancia y urgencia del trabajo.

Esta planta de luz trabaja con combustible fósil, generando emisiones a la atmósfera.

8. Quema de troncos o madera para calentar los alimentos de los albañiles.

Es una costumbre en la construcción que los albañiles y trabajadores a la hora de comida improvisen una fogata (véase Figura 10) para calentar sus alimentos. Esta actividad genera humo, malos olores y emisiones de CO₂ a la atmósfera. Debido a la continuidad con que esta actividad se practica representa un daño al ambiente.



Figura 10: Fogata improvisada para calentar la comida de los albañiles

9. Uso de aerosoles, chapopote o recubrimientos.

El uso de estos elementos es común para marcar o identificar distintos materiales, se usan aerosoles para marcar lugares donde se requiere alguna reparación o trabajo; el chapopote o recubrimientos asfálticos se utilizan para evitar que el agua se filtre en el muro que contiene la tierra de relleno (véase Figura 11). Además de generar emisiones a la atmosfera su desecho requiere de un tratamiento especial, no puede ser tirado en la basura normal deben ser tratados como residuos peligrosos.



Figura 11: a) Emulsión asfáltica colocada para evitar la filtración de agua al interior del relleno de la casa. b) desperdicio del impermeabilizante depositado en un contenedor inapropiado y tirado en el sitio de la obra.

10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción

El mal manejo de los desperdicios y la mala planeación de los movimientos de tierra causan el almacenamiento incorrecto del material removido, que aunque su colocación en ese lugar no sea definitiva, permanece el tiempo suficiente para que el aire o los mismos trabajadores lo desplacen hasta las vías de comunicación, generando emisiones de polvo al momento de que algún automóvil circule.

3.4.3 Residuos

11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores

Los malos hábitos de las personas que laboran en la construcción y la falta de contenedores de basura son las principales causas para que exista basura y desperdicios orgánicos tirados en la construcción (véase Figura 12). Es común en las obras encontrar envolturas de comida o envases vacíos tirados, los



Figura 12: Acumulación de basura en el sitio de la obra

cuales en su mayoría son transportados por las corrientes de aire y esparcidos por la zona. Lo anterior aparte de generar mal aspecto y olores producen la atracción de roedores y otro tipo de animales, los cuales pueden transmitir algún tipo de enfermedad infecciosa al estar en contacto con los alimentos de los trabajadores.

12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.

Las envolturas y recipientes en que contienen a los materiales que son utilizados en la construcción como el cemento, sacos de arena, cartones de los azulejos, mosaicos y piezas para el baño no son colocadas en contenedores especiales y son arrojadas en el lugar de la obra sin ningún control (véase Figura 13).



Figura 13: Sacos de cementante tirados en el sitio de la obra

13. Sobrantes de mosaico y azulejos

Cuando existen sobrantes de mosaicos y/o azulejos debido a ajustes de medidas, errores en colocación o demolición por retrabajos, éstos son tirados en la obra produciendo acumulación de escombros, obstruyendo accesos y generando desperdicios. Presentando un ambiente idóneo para la proliferación de insectos y roedores (véase Figura 14)



Figura 14: Sobrantes de mosaico tirado en la obra

14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.

El yeso fraguado en la herramienta es un problema que se presenta debido a la falta de limpieza del material utilizado para su colocación (véase Figura 15). Debido a este problema, muchas veces los recipientes que contienen al yeso fresco mientras se coloca son hechos por el mismo trabajador, con un material reciclado o pedacería. Al estar fabricados con material de fácil acceso en la obra, en este caso madera, es muy común que conforme se sature de material solidificado, el recipiente se cambie por otro y así se realiza el procedimiento hasta termina la obra. Además del material utilizado para la fabricación de la herramienta, el yeso que se endurece representa una pérdida de material.



a)



b)

Figura 15: a) y b) La herramienta utilizada para la colocación de yeso presenta sobrantes de material adherido debido a la mala limpieza.

15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes.

Cuando la obra se encuentra en la etapa de cimbrado, muchas veces se requiere hacer ajustes en la cimbra debido a que los elementos de madera no cumplen las dimensiones requeridas. También es común que se fabriquen otros instrumentos como escaleras o sistemas de poleas para mover material entre otras actividades. El hecho de cortar una madera hace que ésta ya no funcione para y se desecha (véase Figura 16).



Figura 16: Pedacería de madera producto del corte para adaptar las dimensiones de la cimbra

16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios.

La mala planeación y medición de los elementos a ser colados con concreto premezclado provocan que cuando existen sobrantes éstos sean depositados en lugar que no están preparados para recibir el concreto (véase figura 17), y dicho material además de representar un desperdicio de material está generando contaminación del suelo.



Figura 17: Cubeta que contiene mortero endurecido generando basura.

3.5 Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa)

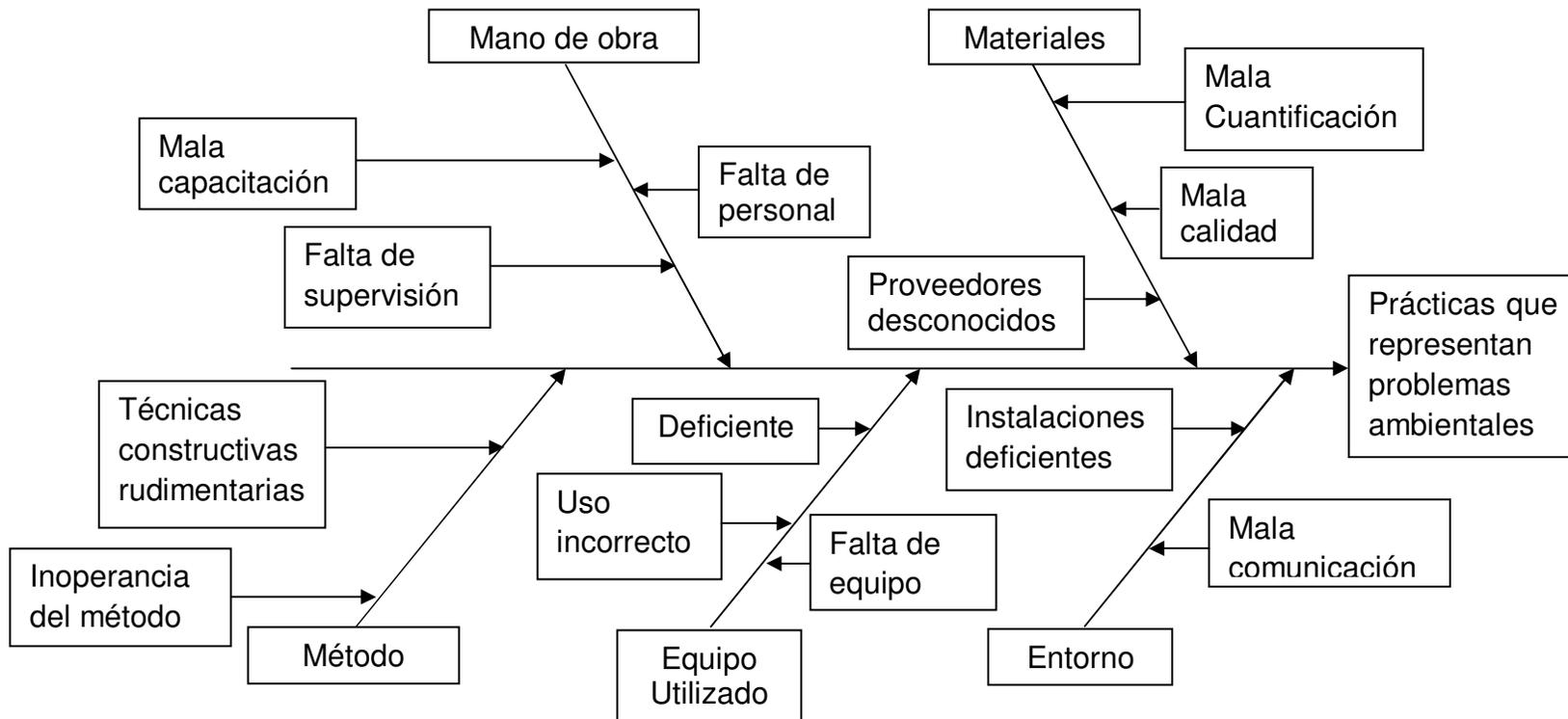


Figura 18: Diagrama de Causa - Efecto (Ishikawa)

3.6 Aplicación de la encuesta

A continuación se presenta la encuesta:

Consumo de recursos	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.				
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente				
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria				
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)				

Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.				
7. Uso prolongado de planta de luz				
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles				
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.				
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción				

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores				
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.				
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.				
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.				
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes				
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios				
Otros				

4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Criterios de evaluación de la encuesta

Después de recabar la información en campo, las encuestas que se aplicaron al personal de obra fueron evaluadas. La frecuencia con que cada actividad se presentaba fue ponderada de la siguiente manera para su evaluación:

Frecuencia	Ponderación
Nunca	0.00
Poco frecuente	0.25
Muy frecuente	0.75
Siempre	1.00

Tabla 3: Criterio de evaluación de la encuesta

Con la ponderación mostrada en la tabla 3 anterior fue posible establecer un valor numérico para conocer cuáles de las 16 prácticas mencionadas se presentan con mayor frecuencia en la obra visitada y así poder hacer recomendaciones para su control.

4.2 Descripción de la encuesta aplicada en la “Empresa 1”

Debido a que la encuesta se aplicó a 10 personas, el máximo valor que puede aparecer en los resultados es el 10.00, lo que representa que una actividad se presenta siempre según el criterio de las personas entrevistadas y el valor mínimo es de 0.00 lo que significaría que dicha actividad no es realizada en ninguna ocasión según el criterio de los entrevistados.

A continuación se presentan los resultados de la encuesta realizada a la “Empresa 1”

Consumo de recursos	Aplicado a: Director General			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.				X
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente		X		
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria		X		
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)	X			
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.	X			
7. Uso prolongado de planta de luz	X			
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles			X	
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.		X		
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción	X			

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores			X	
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.			X	
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.	X			
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.		X		
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes		X		
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios			X	
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Director Administrativo			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.			X	
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales			X	
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente	X			
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria		X		
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)			X	
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.	X			
7. Uso prolongado de planta de luz	X			
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles				X
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.		X		
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción			X	

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores			X	
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.				X
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.				X
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.			X	
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes			X	
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios				X
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Director de Proyectos			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.		X		
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente		X		
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria		X		
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)				X
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.		X		
7. Uso prolongado de planta de luz		X		
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles				X
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.		X		
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción			X	

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores			X	
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.			X	
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.			X	
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.			X	
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes			X	
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios		X		
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Contratista 1			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.				X
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente		X		
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria			X	
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)			X	
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.		X		
7. Uso prolongado de planta de luz		X		
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles				X
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.		X		
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción				X

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores				X
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.				X
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.				X
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.				X
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes				X
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios				X
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Contratista 2			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.			X	
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales			X	
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente	X			
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria		X		
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)		X		
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.		X		
7. Uso prolongado de planta de luz	X			
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles			X	
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.		X		
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción	X			

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores			X	
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.			X	
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.		X		
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.		X		
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes		X		
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios			X	
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Supervisor 1			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.				X
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente		X		
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria		X		
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)	X			
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.		X		
7. Uso prolongado de planta de luz	X			
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles			X	
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.	X			
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción	X			

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores			X	
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.			X	
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.		X		
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.	X			
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes		X		
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios				X
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Supervisor 2			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.				X
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales			X	
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente		X		
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria			X	
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)		X		
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.		X		
7. Uso prolongado de planta de luz	X			
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles			X	
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.	X			
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción	X			

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores				X
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.				X
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.		X		
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.		X		
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes	X			
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios		X		
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Supervisor 3			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.				X
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente			X	
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria		X		
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)		X		
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.		X		
7. Uso prolongado de planta de luz	X			
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles			X	
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.	X			
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción		X		

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores			X	
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.			X	
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.		X		
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.			X	
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes	X			
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios				X
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Supervisor 4			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.				X
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente		X		
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria			X	
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)		X		
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.	X			
7. Uso prolongado de planta de luz		X		
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles			X	
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.		X		
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción	X			

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores				X
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.			X	
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.		X		
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.		X		
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes		X		
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios				X
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Capataz			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.		X		
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente	X			
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria		X		
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)			X	
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.		X		
7. Uso prolongado de planta de luz	X			
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles		X		
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.	X			
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción	X			

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores		X		
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.			X	
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.		X		
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.		X		
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes		X		
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios				X
Otros				

4.2.1 Resultados de la encuesta aplicada a la “Empresa 1”

#	Actividades	Puntuación	Categoría
1	Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales	9.25	Consumo de recursos
2	Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra	8.25	Residuos
3	Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.	8.00	Consumo de recursos
3	Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios	8.00	Residuos
4	Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles	7.75	Emisiones
4	Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores	7.75	Residuos
5	Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.	4.50	Residuos
6	Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Casco, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)	4.25	Consumo de recursos
6	Sobrantes de mosaico y azulejos.	4.25	Residuos
7	Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria	4.00	Consumo de recursos
8	Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes	3.75	Residuos
9	Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción	2.75	Emisiones
10	Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente	2.25	Consumo de recursos
11	Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.	1.75	Emisiones
12	Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento	1.50	Emisiones
13	Uso prolongado de planta de luz	0.75	Emisiones

Tabla 4: Actividades ordenadas de mayor a menor frecuencia de aparición basándose en la encuesta aplicada

Como es posible observar en la tabla # 4 se ordenan de mayor a menor frecuencia los resultados de la encuesta según la ponderación asignada. Es notorio que el mayor valor es de 9.25 corresponde a la utilización de madera para cimbra de elementos estructurales y el de menor frecuencia resultó el uso prolongado de la planta de luz con una puntuación de 0.75. Es importante mencionar que los primeros 5 lugares están formados por 7 actividades ya que hubo puntuaciones iguales.

En la figura # 19 se muestran los resultados de la tabla # 4, con lo que nos podemos dar cuenta de que las cinco primeras actividades presentan puntuaciones encima de los 5.00 puntos.



Figura 19: Gráfica de los resultados de la entrevista a la empresa 1

En la tabla # 4 también se determina a que categoría pertenece cada actividad, en especial se puede apreciar que dentro de los primeros cinco lugares (es decir las primeras siete actividades) hay cuatro actividades que pertenecen a la

generación de residuos, representando el 57.14%, una actividad corresponde a emisiones representando el 14.28% y dos actividades corresponden al consumo de recursos representando el 28.58%. En la figura # 20 es posible apreciar los porcentajes de cada categoría dentro de los primeros cinco lugares en la tabulación de actividades que causan problemas al medio ambiente.

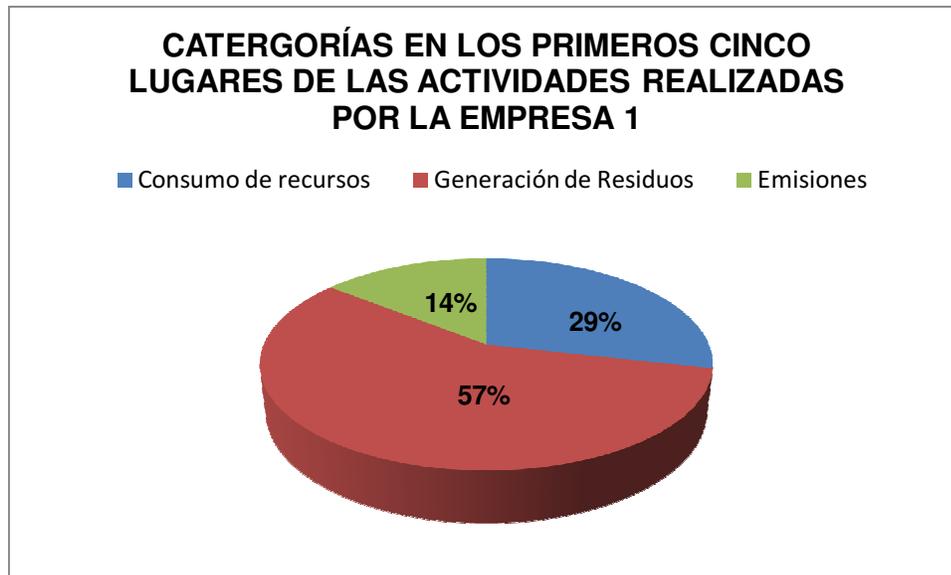


Figura 20: Gráfica de los porcentajes de las categorías a las que pertenecen las actividades de los primeros cinco lugares de la empresa 1

4.3 Descripción de la encuesta aplicada a la “Empresa 2”

En este estudio la encuesta se aplicó a cinco personas, el máximo valor que puede aparecer en los resultados es el 5.00, lo que representa que una actividad se presenta siempre según el criterio de las personas entrevistadas y el valor mínimo es de 0.00 lo que significaría que dicha actividad no es realizada en ninguna ocasión según el criterio de los entrevistados.

A continuación se presentan los resultados de la encuesta realizada a la “Empresa 2”

Consumo de recursos	Aplicado a: Residente de Obra			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.			X	
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente			X	
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria		X		
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)		X		
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.			X	
7. Uso prolongado de planta de luz		X		
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles				X
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.	X			
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción				X

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11.Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores				X
12.Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.				X
13.Sobrantes de mosaico y azulejos.			X	
14.Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.			X	
15.Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes				X
16.Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios		X		
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Supervisor A			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.				X
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente		X		
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria		X		
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)		X		
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.		X		
7. Uso prolongado de planta de luz		X		
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles				X
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.		X		
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción				X

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11.Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores				X
12.Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.			X	
13.Sobrantes de mosaico y azulejos.		X		
14.Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.			X	
15.Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes		X		
16.Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios		X		
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Supervisor B			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.			X	
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente		X		
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria			X	
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)		X		
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.			X	
7. Uso prolongado de planta de luz		X		
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles				X
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.		X		
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción			X	

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11.Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores				X
12.Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.				X
13.Sobrantes de mosaico y azulejos.		X		
14.Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.			X	
15.Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes				X
16.Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios		X		
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Contratista A			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.			X	
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales			X	
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente			X	
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria		X		
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)		X		
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.		X		
7. Uso prolongado de planta de luz		X		
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles				X
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.		X		
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción				X

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores				X
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.			X	
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.		X		
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.			X	
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes			X	
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios		X		
Otros				

Consumo de recursos	Aplicado a: Contratista B			
	Frecuencia			
	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
1. Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.			X	
2. Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales				X
3. Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente			X	
4. Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria			X	
5. Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)			X	
Emisiones	Nunca	Poco Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
6. Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.			X	
7. Uso prolongado de planta de luz		X		
8. Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles				X
9. Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.		X		
10. Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción				X

Residuos	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente	Siempre
11. Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores				X
12. Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.			X	
13. Sobrantes de mosaico y azulejos.		X		
14. Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada			X	
15. Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes			X	
16. Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios		X		
Otros				

4.3.1 Resultados de la encuesta aplicada a la “Empresa 2”

#	Actividad	Puntuación	Categoría
1	Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles	5.00	Emisiones
1	Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores	5.00	Residuos
2	Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales	4.75	Consumo de recursos
2	Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción	4.75	Emisiones
3	Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.	4.25	Residuos
4	Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.	4.00	Consumo de recursos
5	Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada.	3.75	Residuos
5	Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes	3.75	Residuos
6	Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente	2.75	Consumo de recursos
6	Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.	2.75	Emisiones
7	Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria	2.25	Consumo de recursos
8	Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)	1.75	Consumo de recursos
8	Sobrantes de mosaico y azulejos.	1.75	Residuos
9	Uso prolongado de planta de luz	1.25	Emisiones
9	Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios	1.25	Residuos
10	Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.	1.00	Emisiones

Tabla 5: Actividades ordenadas de mayor a menor frecuencia de aparición basándose en la encuesta aplicada

Como es posible observar en la tabla # 5 se ordenan de mayor a menor frecuencia los resultados de la encuesta según la ponderación asignada. Es notorio que el mayor valor es de 5.00 corresponde a quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles y el de menor frecuencia resultó el uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento con una puntuación de 1.00. Es importante mencionar que los primeros cinco lugares están formados por ocho actividades ya que hubo puntuaciones iguales.

En la Figura # 21 se muestran los resultados de la tabla # 5, con lo que nos podemos dar cuenta de que las primeras cinco actividades presentan puntuaciones encima de los 3.00 puntos.

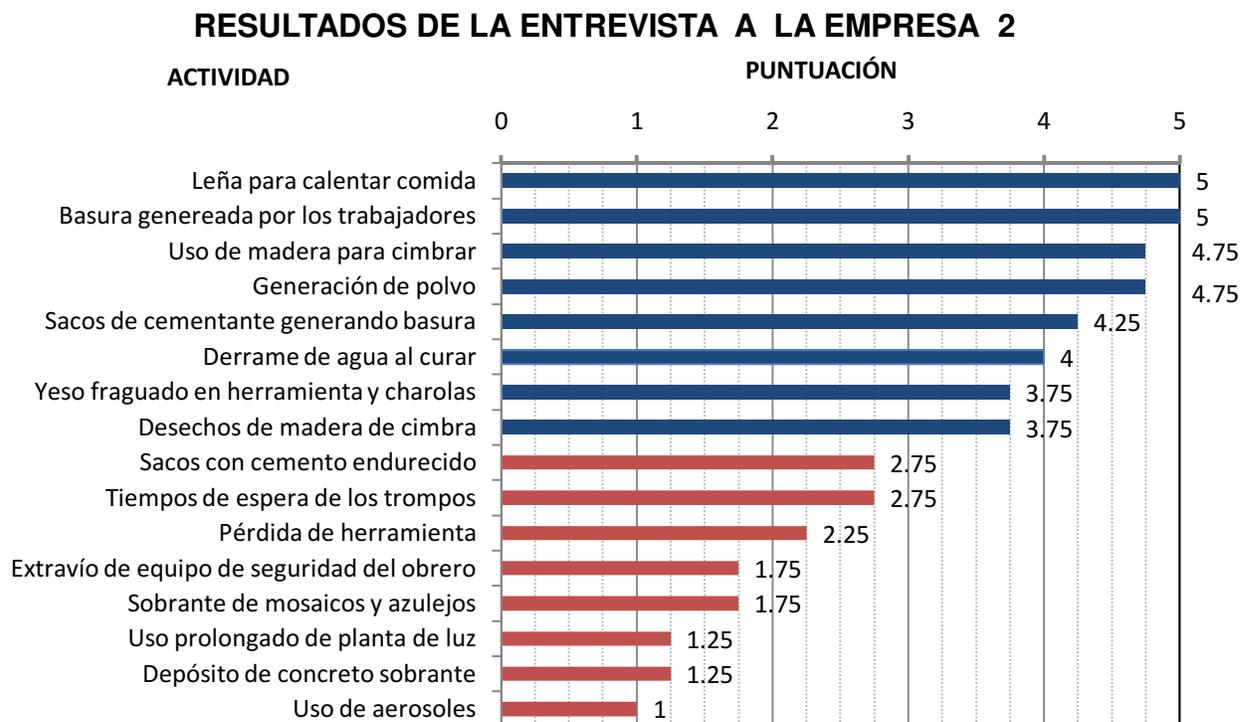


Figura 21: Gráfica de los resultados de la entrevista a la empresa 2

En la tabla # 5 también se determina a que categoría pertenece cada actividad, en especial se puede apreciar que dentro de los primeros 5 lugares (es decir las primeras 8 actividades) hay cuatro actividades que pertenecen a la generación de residuos, representando el 50.00%; dos actividades corresponden a emisiones representando el 25.00% y 2 actividades corresponden al consumo de recursos representando el 25.00%. En la Figura # 22 es posible apreciar los porcentajes de cada categoría dentro de los primeros 5 lugares en la tabulación de actividades que causan problemas al medio ambiente.

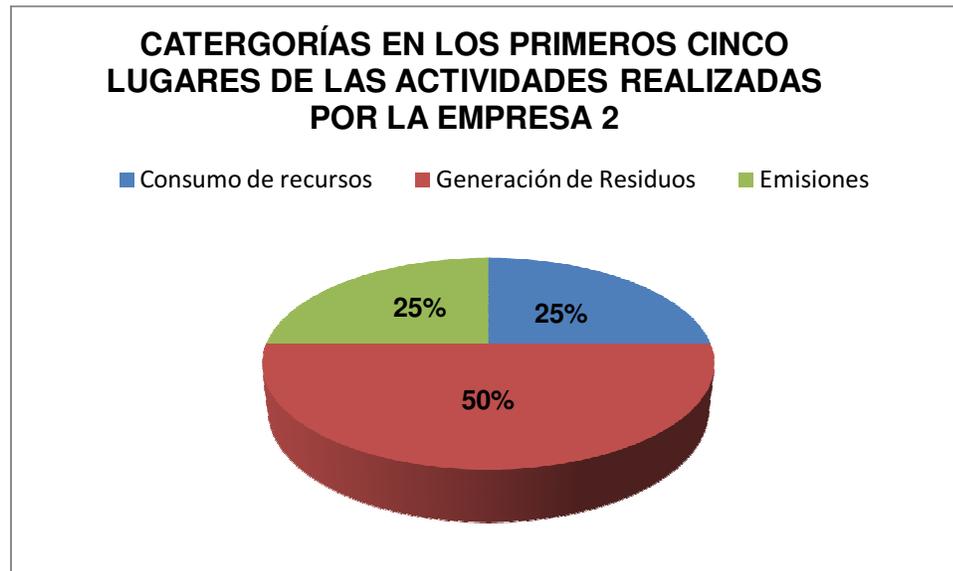


Figura 22: Gráfica de los porcentajes de las categorías a las que pertenecen las actividades de los primeros cinco lugares de la empresa 2

4.4 Resultados finales de la Empresa 1 y 2

Para hacer una comparación de los resultados totales obtenidos de las dos empresas es necesario convertir la puntuación en el porcentaje que representa debido a que se realizaron diferente número de encuestas en cada empresa.

A continuación se presenta la tabla # 6 con los resultados finales, en donde se juntan los datos obtenidos en la Empresa 1 (E1) y la empresa 2 (E2).

#	Actividad	E1	E2	TOTAL	%	CATEGORÍA
1	Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales	9.25	4.75	14	93%	Consumo de Recursos
2	Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles	7.75	5	12.75	85%	Emisiones
2	Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores	7.75	5	12.75	85%	Residuos
3	Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.	8.25	4.25	12.5	83%	Residuos
4	Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.	8	4	12	80%	Consumo de Recursos
5	Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios	8	1.25	9.25	62%	Residuos
6	Yeso fraguado acumulado en herramientas o recipientes debido a que no se realizó la limpieza adecuada	4.5	3.75	8.25	55%	Residuos
7	Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción	2.75	4.75	7.5	50%	Emisiones
7	Desechos de la madera de cimbra debido a ajustes de dimensiones o cortes	3.75	3.75	7.5	50%	Residuos
8	Extravío, robo o descompostura de herramienta y maquinaria	4	2.25	6.25	42%	Consumo de Recursos
9	Extravío o pérdida del equipo de seguridad del obrero (Cascos, cinturones, chalecos, botas de seguridad, lentes protectores)	4.25	1.75	6	40%	Consumo de Recursos
9	Sobrantes de mosaico y azulejos	4.25	1.75	6	40%	Residuos
10	Bultos o sacos de cemento endurecido debido a la exposición al ambiente	2.25	2.75	5	33%	Consumo de Recursos
11	Tiempo de espera prolongado de los trompos que transportan concreto.	1.75	2.75	4.5	30%	Emisiones
12	Uso de aerosoles para pintura, chapopote o recubrimiento.	1.5	1	2.5	17%	Emisiones
13	Uso prolongado de planta de luz	0.75	1.25	2	13%	Emisiones

Tabla 6: Resultados finales de las empresas 1 y 2

En la tabla # 6 es posible conocer las actividades más practicadas en la construcción de vivienda según la encuesta aplicada. Dichos valores son basados en los resultados obtenidos de las dos empresas.

El primer lugar lo obtuvo la práctica “Uso de la madera para cimbrar” con una puntuación de 14.00 que representa el 93% de los puntos totales y el último lugar corresponde al “uso prolongado de planta de luz” con 2.00 puntos de los 15.00 posibles lo que representa el 13% de los puntos.

En la Figura # 23 se resaltan las actividades que quedaron en los primero cinco lugares, en este caso fueron seis actividades debido a que hubo dos actividades con la misma puntuación. Las recomendaciones serán hechas sobre estos cinco primeros lugares.



Figura 23: Gráfica comparativa de los porcentajes de presencia de las actividades mencionadas

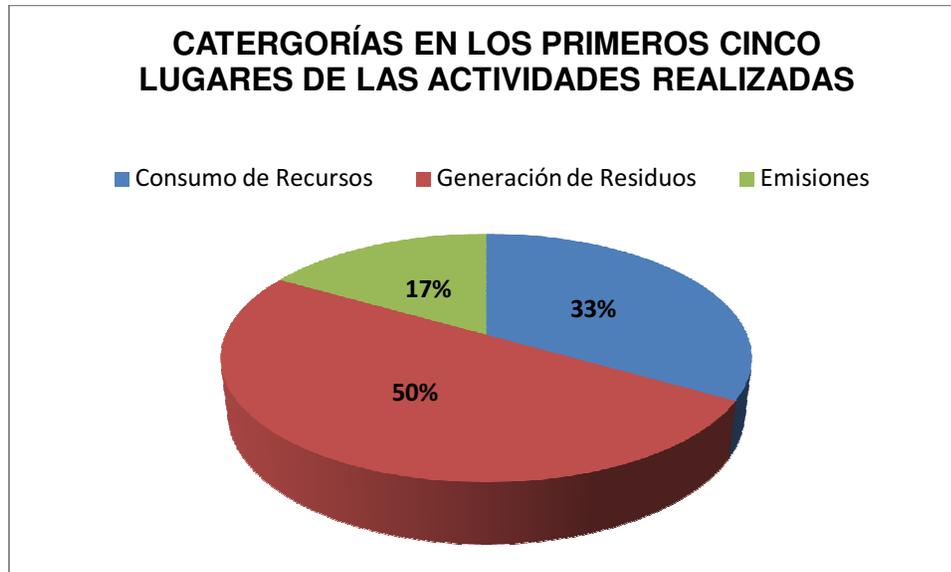


Figura 24: Gráfica de los porcentajes de las categorías a las que pertenecen las actividades de los primeros cinco lugares de la empresa 1 y 2

4.5 Recomendaciones de los resultados

Como se vio el capítulo cuatro de resultados, las recomendaciones de este trabajo se harán sobre las actividades mostradas a continuación:

- Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales
- Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles
- Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores
- Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.
- Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.
- Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios

Se utiliza madera para la cimbra de elementos estructurales

Para reducir el consumo de madera en la cimbra es recomendable fabricar elementos de cimbra metálicos ya que tienen mayor uso, se estima que la vida promedio de la madera es de 5 usos y de los elementos metálicos pueden ser mas de 3500 usos.

Un problema que se presenta al utilizar cimbra metálica es la dificultad para adaptar las dimensiones, pero al estar construyendo vivienda en serie se manejan las mismas medidas por lo que es posible utilizar la misma cimbra para toda la construcción. Es necesario tener un buen programa de obra para poder coordinar el uso de la cimbra metálica.

Otra opción para reducir el consumo de madera en la cimbra es la implementación de elementos prefabricados. En la visita que se realizó a la obra se pudo observar que para la losa implementan el sistema de vigueta y bovedilla, el cual requiere básicamente de polines que soporten a la vigueta ahorrando la madera que se utiliza para confinar el concreto de la losa. Lo ideal es que aun utilizando este sistema de losa se utilice cimbra metálica.

Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles

Adaptar un lugar establecido como comedor para los trabajadores, ya sea un local en las cercanías, una casa o alguna caseta móvil que preste los servicios de alimentación y cumpla con las normas de salubridad, con lo que se evitaría la quema de madera, malos olores, se mejoraría la calidad de alimentación de los trabajadores reduciendo las enfermedades estomacales y ahorrando tiempo en la construcción.

Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores

Se recomienda colocar contenedores en puntos estratégicos de la obra, deben de ser móviles para que se coloquen en donde haya mayor cantidad de gente trabajando y puedan ser desplazados conforme avanza la obra.

Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.

Para reducir la generación de basura causada por los sacos vacíos se recomienda colocar contenedores exclusivos para cartón, con la finalidad de poder llevarlo a un centro de reciclaje.

Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.

El sistema de curado más común es el de encharcamiento el cual consiste en derramar agua sobre el elemento para recuperar la pérdida de agua causada por la evaporación, y puede ser considerado como un método correctivo. Éste método es efectivo pero implica el uso excesivo de agua por lo que se recomienda el uso de membranas o plástico sobre el elemento estructural para evitar que el agua que ya se utilizó se evapore y no sea necesario el uso de agua posteriormente.

Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios

Es necesario contar con depósitos donde pueda ser tirado el concreto sobrante de los trompos o el que resulta de la limpieza de los instrumentos. Cuando existe algún ajuste en la cantidad de concreto y se presente un sobrante que pueda ser utilizado es necesario contar con algún elemento estructural que pueda ser colado con dicho concreto, para aprovecharlo y evitar la pérdida del material, por ende se debe de tener cimbrado y preparado para colar el elemento para así evitar contratiempos y mejorar el aprovechamiento del material

4.6 Guía de prácticas sustentables en la supervisión de obra.

A continuación se presentan las recomendaciones hechas para reducir el impacto negativo de las actividades realizadas en la construcción de vivienda.

Problema Ambiental	Acción a realizar	Etapa en la que se debe de actuar				Impacto reducido		
		P-Planeación C-Compras S- Subcontratación EJ- Ejecución				CR- Consumo de Recursos R-Residuos E-Emisiones		
		P	C	S	EJ	CR	R	E
Uso de madera para la cimbra de elementos estructurales.	Utilizar elementos de cimbra metálicos ya que tienen mayor vida útil.	X				X		
	Diseñar elementos estructurales con medidas estandar para utilizar la misma cimbra.	X				X		
	Utilizar elementos estructurales prefabricados	X				X		
Derrame excesivo de agua al curar los elementos de concreto.	Implementar un sistema de curado utilizando membranas para evitar la evaporación del agua de reacción del concreto	X				X		

Problema Ambiental	Acción a realizar	Etapa en la que se debe de actuar				Impacto reducido		
		P-Planeación C-Compras S- Subcontratación EJ- Ejecución				CR- Consumo de Recursos R-Residuos E-Emisiones		
		P	C	S	EJ	CR	R	E
Acumulación de basura provocada por lo que consumen los trabajadores	Colocar contenedores en puntos estratégicos de la obra.	X					X	
Basura formada por sacos vacíos de cemento, yeso o algún otro producto utilizados en la obra.	Colocar contenedores para reciclar el material utilizado.	X					X	
Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios.	Tener preparado algún elemento estructural cimbrado listo para colar				X		X	

Problema Ambiental	Acción a realizar	Etapa en la que se debe de actuar				Impacto reducido				
		P-Planeación				CR- Consumo de Recursos				
		C-Compras				R-Residuos				
S- Subcontratación				E-Emissiones						
EJ- Ejecución				P	C	S	EJ	CR	R	E
Quema de troncos o madera para calentar la comida de los albañiles	Adaptar un lugar establecido como comedor para los trabajadores				X					X
	Implementar cacetos o cocinas móviles				X					X

4.7 Conclusiones sobre los resultados

En base a los resultados obtenidos de la metodología aplicada, se puede concluir lo siguiente:

- Después de evaluar las encuestas se observa que las malas prácticas que tuvieron mayor presencia en la construcción son similares en ambas empresas, ya que solamente no coinciden dos actividades; en la empresa 1 se encuentra “Los sobrantes de concreto fresco son tirados en lugares aleatorios” y en la empresa 2 “Generación de polvo debido al tráfico provocado por la construcción”.

- Las actividades correspondientes a la categoría de “Generación de residuos” son las que tienen mayor aparición, ya que de las primeras seis actividades, tres corresponden a dicha categoría representando el 50%

- Las primeras seis actividades cuentan con una frecuencia de aparición mayor al 62%, dicho valor puede considerarse como un límite para catalogar a una actividad como frecuente.

- En este estudio las malas prácticas que tuvieron menor presencia fueron las correspondientes a las categorías de emisiones a la atmósfera y consumo de recursos con un 17% y 33% respectivamente.

- De las dieciséis actividades evaluadas en la encuesta ninguna obtuvo una frecuencia menor al 10%. El valor mínimo que se presenta es de 13% correspondiente al “Uso de la planta de Luz”

5 RECOMENDACIONES

- El supervisor de obra debe ser capaz de controlar al personal que labora con él, enseñándoles los principios ambientales básicos y cuáles son las repercusiones de un trabajo realizado sin conciencia ambiental.
- No es necesario que la empresa busque certificar la obra para implementar procedimientos amigables al medio ambiente.
- La empresa debe capacitar constantemente a los trabajadores para crear conciencia de los principales problemas ambientales que genera la construcción. Así la aplicación de las prácticas sustentables será efectiva.
- En este trabajo se evaluaron las cinco principales actividades que se observaron en las obras visitadas. Debido a la variabilidad que tiene la construcción, es posible encontrar otro tipo de problemas dependiendo del tipo de construcción, lugar y método constructivo quedando mucho trabajo por realizar para erradicar en su totalidad las malas prácticas constructivas.
- El enfoque principal de esta investigación se dirigió a la construcción de vivienda en serie, por lo que otras disciplinas de la construcción no fueron comprendidas, como la construcción vertical e infraestructura, sin embargo es posible adaptar las recomendaciones realizadas en este proyecto ya que la mayoría son soluciones generales.

6 CONCLUSIONES

6.1 Supervisión

La supervisión juega un papel primordial en el desarrollo de los proyectos de edificación en su etapa de construcción. La capacidad y preparación del supervisor son la clave para que el trabajo se desarrolle correctamente y el resultado sea de calidad.

Para esta investigación el supervisor fue el principal actor debido a su relación con la obra y el conocimiento de los detalles que en ella se presentan. Independientemente de la responsabilidad de la empresa en que labora, el supervisor tiene la obligación de realizar las actividades respetando el medio ambiente, ya que aunque le sea imposible la aplicación de métodos específicos, siempre es necesario contar con un enfoque sustentable para cualquier actividad que se realice.

6.2 Sustentabilidad

Hoy en día la industria de la construcción enfrenta el gran reto de adaptarse a las necesidades ambientales que el planeta reclama, esto sin tener que disminuir la cantidad de producción y manteniendo la competitividad en el mercado. Por tal motivo la idea de innovar se ha convertido en una realidad, solamente así será posible alcanzar las metas que mejorarán a la industria y se preservaran las condiciones ambientales.

Con este proyecto se pudieron observar cuales son las principales prácticas en la construcción que generan un daño al medio ambiente, de igual forma se conoció cual es la sensibilidad por parte de los miembros de las empresas que se tiene sobre el desarrollo sustentable y el cuidado del medio ambiente.

6.3 Metodología

Gracias que este estudio se realizó en dos sitios diferentes con dos empresas distintas, fue posible determinar que se realizan las mismas prácticas dañinas al medio ambiente, por lo que se considera que este estudio se puede aplicar en cualquier tipo de construcción de vivienda en serie.

Además de realizar visitas a la obra y conocer de primera mano los problemas que se presentan, el aplicar la encuesta a personas que desarrollan el proyecto y conocen la obra a la perfección, fue posible conocer cuál es el grado de conciencia que se tiene sobre los problemas ambientales, independientemente de la aplicación de acciones para mitigarlos.

6.4 Resultados

Con este trabajo será posible establecer un marco pedagógico mediante el cual las empresas constructoras dispongan de herramientas prácticas que les permitan asumir el reto ambiental que enfrenta la industria de la construcción actualmente

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Francis Young, "The Science and Technology of Civil Engineering and Materials", Prentice Hall Editorial 2003, pp. 218
2. Charles J. Kibert, "Green Building Design and Delivery", Wiley John and Sons inc., 2005, pp 49
3. Raúl Fernando Rodríguez Tabitas "Supervisión de obra habitacional", Monterrey N.L., 2000
4. Rómel G. Solís Carcaño, "La supervisión de obra", Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatan, volumen 8, 2004.
5. "Manual para Supervisor de Obras de Concreto, ACI-311-99", Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C., 2002, pp 3
6. CECADESU, Prever el Futuro: El Desarrollo Sustentable en: http://cecaquesu.semarnat.gob.mx/biblioteca_digital/desarrollo_sustentable/desarrollo_sustentable02.shtml (consultada en enero de 2007).
7. López Rangel, Rafael "Algunas reflexiones epistemológicas en torno al Desarrollo Sustentable y al desarrollo sustentable urbano".
8. Leff, Enrique, (comp.), La Transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe, México, PNUMA-INE-UAM, 2002.
9. Guillman Robert, "Problem Statement: Program of the International Ideas Competition", 1994