

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



TESIS:

**“PROCESOS CONSTRUCTIVOS CONVENCIONALES EN EDIFICACIONES Y
SUS IMPACTOS AMBIENTALES CON RELACIÓN A UNA PRODUCCIÓN
LIMPIA Y SOSTENIBLE EN LA UNA – PUNO, PERIODO 2013-2014”**

PRESENTADO POR:

Bach. Jhon Edyson, SALAZAR QUISOCALA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERU

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:

"PROCESOS CONSTRUCTIVOS CONVENCIONALES EN EDIFICACIONES Y SUS
IMPACTOS AMBIENTALES CON RELACIÓN A UNA PRODUCCIÓN LIMPIA Y
SOSTENIBLE EN LA UNA - PUNO, PERIODO 2013-2014"

PRESENTADO POR:

Bach. Jhon Edyson, SALAZAR QUISOCALA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

ING. NESTOR LEODAN SUCA SUCA

PRIMER MIEMBRO

ING. ZENON MELLADO VARGAS

SEGUNDO MIEMBRO

ING. RAUL FERNANDO ECHEGARAY CHAMBI

DIRECTO DE TESIS

ING. HECTOR AROQUIPA VELASQUEZ

ASESOR DE TESIS

ING. YASMANI TEOFILO VITULAS QUILLE

PUNO, ENERO 2015

TEMA: CARRERA PURA

AREA: CONSTRUCCIONES

DEDICATORIA

A Jehová Dios, por su infinito amor, guía, protección y por ser fuente de vida que me permite continuar día a día y disfrutar de toda su bendición.

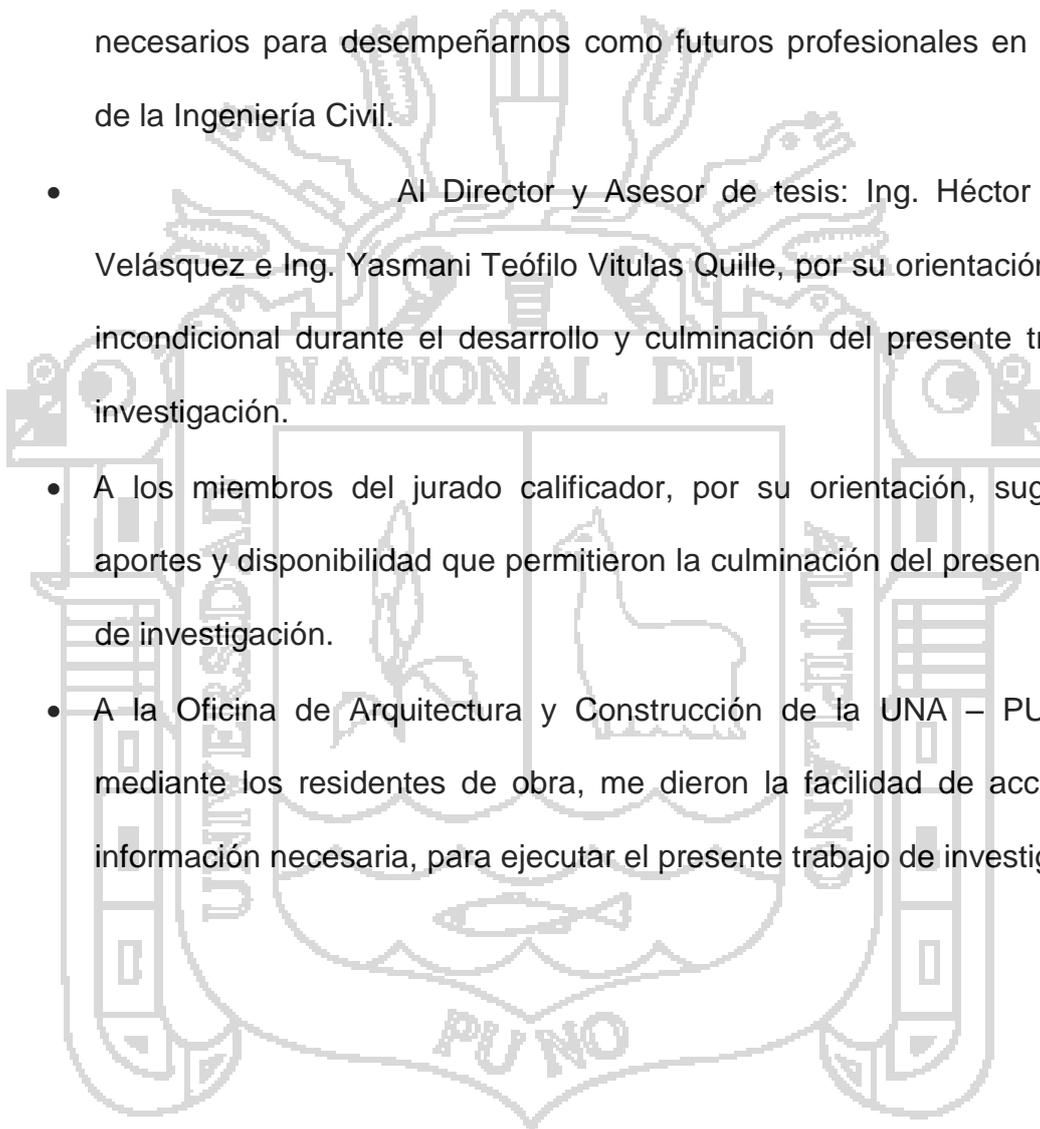
A mis queridos padres que por su amor, sacrificio, apoyo, comprensión y confianza que me brindan.

A mi querida esposa, que con su amor, apoyo y sugerencias valiosas aportaron en gran manera al término de mi formación profesional.



AGRADECIMIENTO

- A nuestra alma mater la Universidad Nacional del Altiplano – PUNO, por darnos la oportunidad de formarnos profesionalmente.
- A la Escuela profesional de Ingeniería Civil, por impartirnos conocimientos necesarios para desempeñarnos como futuros profesionales en el campo de la Ingeniería Civil.
- Al Director y Asesor de tesis: Ing. Héctor Aroquipa Velásquez e Ing. Yasmani Teófilo Vitulas Quille, por su orientación y ayuda incondicional durante el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.
- A los miembros del jurado calificador, por su orientación, sugerencias, aportes y disponibilidad que permitieron la culminación del presente trabajo de investigación.
- A la Oficina de Arquitectura y Construcción de la UNA – PUNO, que mediante los residentes de obra, me dieron la facilidad de acceder a la información necesaria, para ejecutar el presente trabajo de investigación.



RESUMEN

La presente investigación titulada: “Procesos constructivos convencionales en edificaciones y sus impactos ambientales con relación a una producción limpia y sostenible en la UNA – PUNO, periodo 2013-2014”, en obras que ejecuta la Universidad Nacional del Altiplano Puno, a través de la Oficina de Arquitectura y Construcción, periodo 2013-2014, se realizó con el objeto de determinar la incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones, de la UNA PUNO y sus impactos ambientales con relación a una producción limpia y sostenible. Ya que el campo de la construcción generan impactos ambientales significativos, para lo cual se propone el desarrollo de una metodología en la etapa de pre-construcción que permita identificar los impactos ambientales de los procesos constructivos de una obra en edificaciones siguiendo este procedimiento: Identificación de los aspectos ambientales relacionados con el proceso constructivo convencional con un enfoque orientado a la producción limpia y sostenible (Los procesos constructivos y actividades consideradas para la evaluación y el desarrollo de Indicadores con relación a una producción limpia y sostenible) y la Evaluación de los aspectos ambientales en la fase del proyecto (expediente Técnico) y finalmente la determinación de la importancia de los aspectos ambientales del proyecto de construcción. Los resultados muestran que un proceso constructivo convencional presenta impactos ambientales significativos, desmereciendo así la calidad del proceso constructivo en término ambiental, social y económico, estos procesos constructivos convencionales tienen una repercusión directa en la calidad de ejecución de la obra frente a una producción limpia y sostenible, siendo así el de mayor incidencia las obras de concreto armado con un 21.90% y la de menor incidencia la partida de cerrajería con un 0.21% y que estas pueden ser mitigadas en la mejora del proceso constructivo con una actualización de la tecnología, mejora de los equipos, maquinaria y capacitación del personal.

Los resultados demuestran además que dentro de un proceso constructivo convencional, los residuos denominados ordinarios o a ser monitoreados (Ladrillo, madera, concreto, acero, etc.) son lo que se generan en mayor cantidad, respecto a una producción limpia y que no cumple con los requisitos de sostenibilidad comparados con estándares internacionales, y esto se debe a que dentro del proyecto no se aplican programas o estrategias de desempeño ambiental.

Palabras Clave: Proceso constructivo convencional, Impacto ambiental, Edificaciones, Producción limpia y sostenible



ABSTRACT

The present research on "Conventional construction processes in buildings and their environmental impacts relative to a clean and sustainable production in the UNA - PUNO, period 2013-2014", in works that run the Universidad Nacional del Altiplano Puno, through the Office Building Construction (OAC), period 2013-2014, was performed in order to determine the incidence of conventional construction processes in buildings, UNA - PUNO and its environmental impacts relative clean and sustainable production. Since the construction field generate significant environmental impacts, for which the development of a methodology for the pre-construction to identify the environmental impacts of the construction processes of a work in buildings following procedure is proposed: Identification of environmental issues related to conventional construction process-oriented and sustainable clean production (the construction processes and activities considered for the evaluation and development of indicators in relation to a clean and sustainable production) and the evaluation of environmental aspects focus in phase (Technical file) and finally determining the significance of environmental aspects of the construction project.

The results show that a conventional construction process has significant environmental impacts, and belittling the quality of the construction process in environmental, social and economic terms, these conventional construction processes have a direct impact on the quality of execution of the work against clean production and sustainable, making it the highest incidence works of reinforced concrete with a 21.90% and lower incidence heading locksmith 0.21% and that these can be mitigated in improving the construction process with a technology upgrade, improvement equipment, machinery and staff training.

The results further show that in a conventional construction process, or ordinary waste denominated be monitored (brick, wood, concrete, steel, etc.) are generated in greater amounts, relative to clean production and does not meet sustainability requirements compared with international standards, and this is because within the project no programs or strategies applied environmental performance.

Keywords: conventional construction process, environmental impact, Buildings, clean and sustainable production.

INTRODUCCION

El continuo aumento de la población a lo largo de la historia de la humanidad ha sido sostenido por el desarrollo de actividades productivas cuya realidad siempre se tradujo en la explotación de los recursos del planeta, renovables y no renovables. A causa de ello en las últimas décadas se ha encontrado al mundo en situación de preservar y proteger el medio ambiente de un inminente desequilibrio ecológico.

El sector de la construcción mantiene una relación muy estrecha con el medio ambiente, que presenta una doble vertiente. Por una parte, la relación es positiva, ya que la industria de la construcción crea edificaciones e infraestructuras que bien contribuyen a mejorar el desarrollo social y económico de los países. Por otra parte, la relación es negativa ya que supone un importante consumo de recursos, muchos de los cuales son no renovables, genera una gran cantidad de residuos y es una fuente de contaminación del agua, aire y suelo.

Para el presente estudio de investigación, se desarrolló una metodología cualitativa que permite identificar los daños ambientales en la etapa de pre – construcción (Expediente Técnico). Destacando los puntos principales de la sostenibilidad tales como: lo económico, social y ambiental dentro de los términos del proceso constructivo de una obra de edificaciones y la generación de residuos con relación a una producción limpia.

Los objetivos de este estudio son; Identificar las actividades del proceso constructivo convencional en edificaciones de la UNA PUNO, que inciden directamente en daños ambientales, determinar la incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA PUNO con relación a una Producción Limpia y con relación a una Producción Sostenible.

Para el desarrollo de este estudio se utilizaron las técnicas de observación y el análisis documental (Expediente Técnico), para determinar con ello la importancia

de daño ambiental que genera una actividad o partida frente a un aspecto o indicador ambiental.

Esta investigación es importante porque los resultados nos ayudaran a mejorar la identificación de los impactos ambientales en la etapa de pre-construcción y podrá ser usado como una aproximación a la producción limpia y sostenible en los procesos de construcción convencionales de edificaciones, y pudiendo aplicar a otros tipos de proyectos relacionados a la ingeniería de la construcción y no solamente a edificaciones.

La presente investigación está estructurada de la siguiente manera:

- En el capítulo I, se realizó el planteamiento y formulación del problema general y específicos. Incluye la delimitación, justificación, objetivos e hipótesis del trabajo de investigación.
- En el capítulo II, están los antecedentes bibliográficos, la base legal, el marco conceptual, teórico y las definiciones de los términos básicos.
- En el capítulo III, se desarrolló el diseño de investigación, ámbito de estudio, se determinó la población y muestra, se menciona las técnicas e instrumentos que se emplearon para la recolección de datos así como el plan de desarrollo de la metodología para la identificación de daños ambientales, el procedimiento y análisis de datos y finalmente el tratamiento estadístico que se le dio.
- En el capítulo IV, se reporta los resultados de la investigación, la discusión de los resultados y se desarrolla la contrastación de las hipótesis.
- En el capítulo V, Finalmente están las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

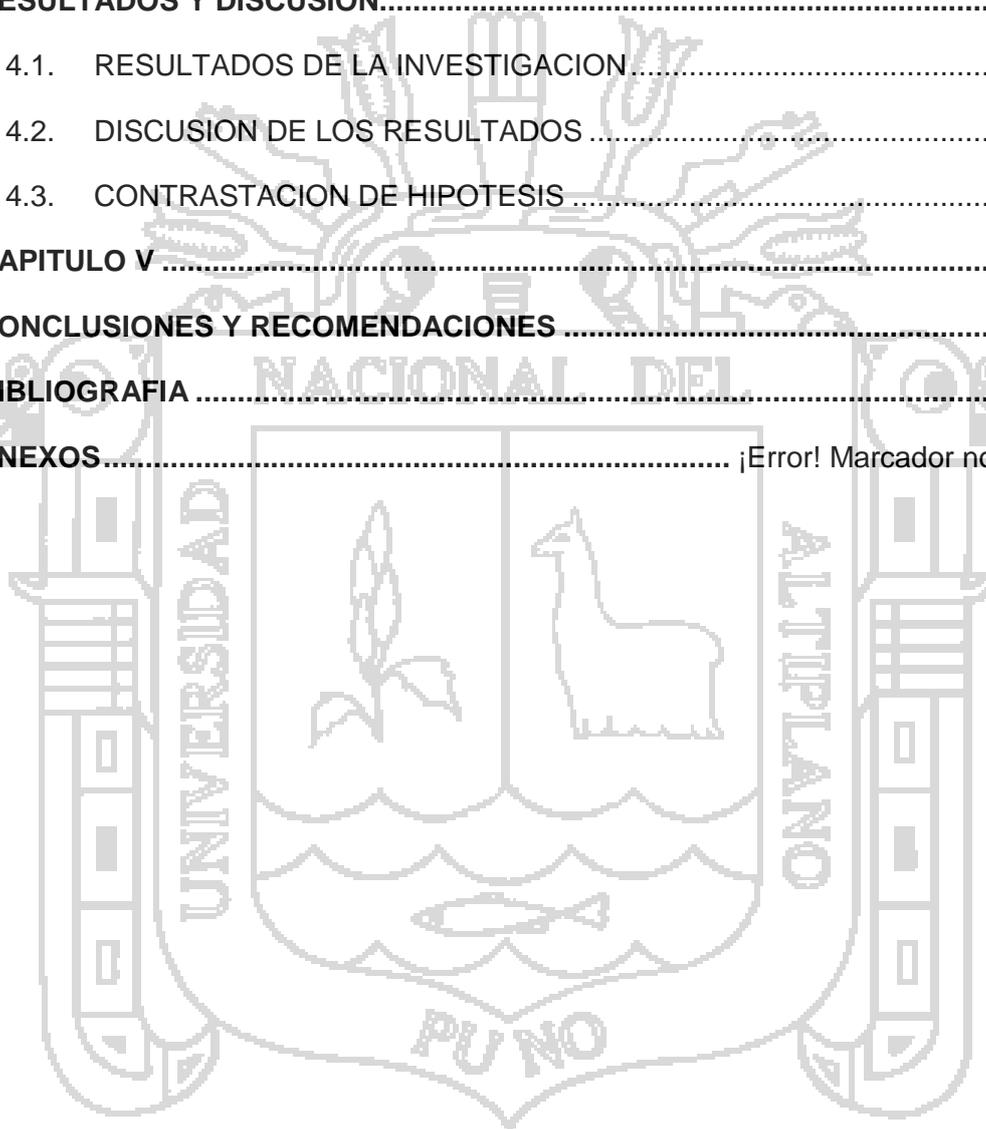
E

INDICE

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	7
INTRODUCCION	8
CAPITULO I.....	14
EL PROBLEMA.....	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN O ENUNCIADO DEL PROBLEMA	16
1.3. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	18
CAPITULO II.....	19
MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO LEGAL.....	22
2.3. MARCO TEORICO.....	25
2.4. MARCO CONCEPTUAL.....	39
2.5. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.....	48
CAPITULO III.....	55
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	55
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION	55
3.2. AMBITO DE ESTUDIO.....	56
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	57



3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	58
3.5.	PLAN DE DESARROLLO DE LA METODOLOGIA	59
3.6.	PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS	70
3.7.	TRATAMIENTO ESTADISTICO.....	72
CAPITULO IV	.....	73
RESULTADOS Y DISCUSION	.....	73
4.1.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACION.....	73
4.2.	DISCUSION DE LOS RESULTADOS	82
4.3.	CONTRASTACION DE HIPOTESIS	89
CAPITULO V	.....	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	99
BIBLIOGRAFIA	.....	104
ANEXOS	.....	¡Error! Marcador no definido.



INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: Clasificación de los residuos de la construcción de acuerdo con el tipo de actividad.....	28
CUADRO N° 2: Prácticas de Producción más Limpia.....	33
CUADRO N° 3: Similitudes entre herramientas de gestión de Producción más Limpia y Sistema de Gestión Ambiental.	35
CUADRO N° 4: Muestra determinística o no probabilística de los proyectos en ejecución en la UNA PUNO, periodo 2013-2014.....	58
CUADRO N° 5: Indicadores ambientales a evaluar en términos de producción limpia y sostenible.....	64
CUADRO N° 6: Determinación de la importancia del impacto.....	68
CUADRO N° 7: Resumen de puntuaciones obtenidas de la muestra para las etapas del proceso del presupuesto.....	74
CUADRO N° 8: Tabla de distribución de frecuencias agrupadas en clases de igual amplitud para las partidas que componen el proyecto de Edificaciones.	75
CUADRO N° 9: Incidencias de impacto ambiental debido a cada partida que compone el proyecto de edificaciones.....	76
CUADRO N° 10: Tabla de distribución de frecuencias agrupadas en clases de igual amplitud para los indicadores de con relación a una producción sostenible.....	81
CUADRO N° 11: Características que diferencian una construcción convencional de uno tecnificado o mejorado según una producción limpia y sostenible.....	83
CUADRO N° 12: Comparación de los resultados de aportes de residuos dadas en porcentajes.....	84
CUADRO N° 13: Comparación de los resultados obtenidos con los estándares internacionales relacionados con la sostenibilidad en la Edificación.....	87
CUADRO N° 14: Frecuencias observadas y esperadas de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO.....	91
CUADRO N° 15: Frecuencias observadas de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO con relación a una producción limpia.	94
CUADRO N° 16: Frecuencias observadas de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO con relación a una producción sostenible.....	97

INDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº 1: Criterio jerárquico en la gestión ambiental.....	33
FIGURA Nº 2: Etapas para la implementación de un programa de Producción más Limpia.	46
FIGURA Nº 3: Los tres pilares del desarrollo sostenible. De izquierda a derecha, la teoría, la realidad y el cambio necesario para equilibrar el modelo.....	47
FIGURA Nº 4: Situación espacial de los doce símbolos de un elemento tipo.....	67
FIGURA Nº 5: Importancia del impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad o partida sobre un factor o indicador ambiental.....	71
FIGURA Nº 6: Incidencia de impactos por conteo para cada área que compone el proyecto de edificaciones.....	74
FIGURA Nº 7: Incidencias de impacto ambiental debido a cada partida que compone el proyecto de edificaciones.....	77
FIGURA Nº 8: Incidencia de los porcentajes acumulados para las cuatro áreas del proceso constructivo convencional frente a una producción limpia	78
FIGURA Nº 9: Incidencia de los procesos constructivos frente a una Producción Sostenible.....	80
FIGURA Nº 10: Estrategia para la creación de edificios “ZERO - CARBON”	88
FIGURA Nº 11: Región de aceptación o rechazo del estadístico de prueba Chi Cuadrado de Independencia para variables categóricas para la Hipótesis 1.	92
FIGURA Nº 12: Correlación lineal y coeficiente de determinación entre el Proceso constructivo convencional y la Producción Limpia.....	95
FIGURA Nº 13: Correlación lineal y coeficiente de determinación entre el Proceso constructivo convencional y la Producción Sostenible.....	98

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La construcción es considerada por naturaleza como una actividad no muy respetuosa del medio ambiente sino uno de los principales contribuyentes de la contaminación ambiental. (Shen & Tam, 2002)

La industria de la construcción y operación de edificios le aportan al ambiente cerca del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero (UNEP, 2007) y consume cerca del 70% de la energía eléctrica (UNEP, 2008). Así mismo, la extracción de materias primas y los procesos industriales para la fabricación de materiales de construcción causan daños a ecosistemas como la deforestación, la contaminación del aire con gases y partículas (polvo y ceniza), y la contaminación de cuerpos de agua es decir, la extracción de grava de los ríos para el concreto, canteras en cerros con vegetación nativa, contaminación del aire con los gases que emanan de los hornos de producción para el acero y el concreto, además de grandes cantidades de agua para la eliminación de desechos. Los edificios, al terminar su vida útil, son frecuentemente demolidos y la mayoría de sus componentes van a para a vertederos ilegales, que con el aumento progresivo de la producción de desechos requieren de mayores extensiones de terrenos, con los consecuentes daños a ecosistemas. (Rocha, 2011). Por ello, la incorporación de la variable ambiental en la edificación es cada vez más una necesidad, a la vista del incremento mundial de la actividad constructora sobre todo en países en vías de desarrollo. (IHOBE, 2010)

Por otro lado, en las construcciones realizadas siguiendo las prácticas denominadas “convencionales” o “tradicionales” se producen inevitablemente problemas inherentes al sistema utilizado (Albors, 2007) y dentro de ellos los daños ambientales y en el Perú los procesos constructivos en su mayoría son de

este tipo, debido a que el proceso de aprendizaje, a nivel obrero, es empírico y los conocimientos se transmiten oralmente desde los trabajadores con mayor experiencia hacia los nuevos. Así mismo, los profesionales encargados de las obras, muchas veces no cuentan con el tiempo ni los recursos necesarios para revisar el diseño de todos los procesos o evaluar su funcionamiento en detalle y muy por el contrario terminan aceptando el método tradicional. Este defecto es reconocido como una de las principales causas de pérdidas en la construcción (Ghio, 2001).

Puno es una ciudad que se moderniza día a día con el objetivo de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y como resultado de esa mejora, se ha incrementado la actividad de la construcción de edificaciones y la UNA – PUNO a través de la Oficina de Arquitectura y Construcción (OAC) viene ejecutando proyectos en edificaciones dentro y fuera de la ciudad universitaria. Durante la ejecución de dichos proyectos, las áreas de intervención se encuentran vulnerables a la alteración ambiental, ya que la construcción es un proceso rápido y desordenado, con el deseo de completar el proyecto y no en proteger el medio ambiente. Las actividades de la construcción afecta además a las cercanías inmediatas del área intervenida en lo social, así como al medio ambiente; emisiones y vertidos sobre el suelo, agua y aire, y efectos sobre la biodiversidad, además con un consumo en demasía de energía, materiales e insumos y en lo económico, afectando así en su conjunto a los pilares de la sostenibilidad (Fernández G., 2008) y la generación y manejo de escombros o residuos ligados a la producción limpia. (Burgos, 2010)

Por otra parte, en el año 2012, hubo quejas por parte de la comunidad universitaria (áreas de intervención), a través de la emisora local, radio onda azul y el periódico que redacta la Facultad de Ciencias de la Comunicación de la UNA - PUNO, relacionadas con la construcción de nuevas infraestructuras dentro de la ciudad universitaria, donde se destaca principalmente, la invasión del espacio destinada a áreas verdes y la tala de árboles más allá de lo autorizado.

Por lo indicado, el presente estudio de investigación plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es la incidencia del proceso constructivo convencional propiamente dicho para obras en Edificaciones de la UNA – PUNO y sus impactos

ambientales adversos en la etapa de pre – construcción (Expediente Técnico) con relación a una producción limpia y sostenible?

1.2. FORMULACIÓN O ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Por lo tanto, se formula las siguientes interrogantes de investigación.

a. Problema general.

- ¿Cuál es la incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA PUNO y sus impactos ambientales con relación una producción limpia y sostenible?

b. Problemas específicos.

- ¿Cuáles son las actividades del proceso constructivo convencional en edificaciones de la UNA PUNO que inciden directamente en daños ambientales?
- ¿Cuál es la incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones, de la UNA - PUNO con relación a una Producción Limpia?
- ¿Cómo inciden los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA - PUNO con relación a una Producción Sostenible?

1.3. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

a) Delimitación espacial.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el ámbito de la ciudad de Puno, que comprende las obras que ejecuta la Universidad Nacional del Altiplano Puno a través de la Oficina de Arquitectura y Construcción. Y está determinada por aquellos proyectos en Edificaciones que tienen un avance físico menores al 10%. En una cantidad de 04 proyectos de un total de 15, lo cual representa el 26.67% del total de proyectos en ejecución.

b) Delimitación temporal.

Corresponde a la medición de la incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones y sus impactos ambientales por obras ejecutadas mediante la modalidad de administración directa por la UNA - PUNO durante los años 2013 - 2014.

c) Delimitación conceptual.

Producción limpia y sostenible, proceso constructivo convencional, edificaciones e impacto ambiental.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**a. Justificación teórica.**

Para el presente estudio de investigación, se desarrolló una metodología cualitativa que permite identificar los daños ambientales en la etapa de pre – construcción (Expediente Técnico). Destacando los puntos principales de la sostenibilidad tales como: lo económico, social y ambiental dentro de los términos del proceso constructivo de una obra de edificaciones. Por ende los resultados ayudaran a mejorar la identificación de los impactos ambientales.

b. Justificación metodológica

En este trabajo se aplicó la metodología científica; que consistió en identificar el problema, para después de analizar las teorías, formular soluciones a través de la hipótesis; así como identificar los objetivos que orientan la investigación. Todo esto mediante la aplicación de todos los elementos metodológicos correspondientes. La toma de datos se efectuó mediante observación y el análisis documental, es decir, revisión del expediente técnico.

c. Justificación práctica

Este trabajo podrá ser utilizado como una aproximación a la producción limpia y sostenible en los procesos de construcción convencionales de edificaciones, y pudiendo aplicar a otros tipos de proyectos relacionados a la ingeniería de la construcción.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**a. Objetivo general**

- Determinar la incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA PUNO y sus impactos ambientales con relación una producción limpia y sostenible.

b. Objetivos específicos

- Identificar las actividades del proceso constructivo convencional en edificaciones de la UNA PUNO, que inciden directamente en daños ambientales.
- Determinar la incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA PUNO con relación a una Producción Limpia.
- Determinar la incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA PUNO con relación a una Producción Sostenible.

1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Hipótesis general

- Los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA PUNO, inciden generando impactos ambientales negativos, con relación a una producción limpia y sostenible.

Hipótesis específicas

- “No todas las actividades del proceso constructivo convencional en edificaciones de la UNA – PUNO, inciden directamente en daños ambientales”
- “Los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO, inciden negativamente con relación a una producción limpia”
- “Los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO, inciden negativamente con relación a una producción sostenible”

CAPITULO II

MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Gangoells, et al, (2009), en su investigación denominada “una metodología para predecir la gravedad de los impactos ambientales relacionados con el proceso de construcción de edificios de viviendas”, presentan un enfoque sistemático a través de una metodología cuantitativa para abordar los posibles impactos ambientales adversos en la etapa de pre-construcción. La metodología propuesta sirve como una herramienta de evaluación para proyectos de construcción para medir el desempeño ambiental de sus actividades de construcción. Los resultados se desarrollan sobre la base de un análisis estadístico de 55 nuevos proyectos de construcción puesto en marcha, y 4 proyectos analizados para mostrar la aplicación de la metodología, donde se encontró que la generación de emisiones de gases de efecto invernadero debido a la maquinaria de construcción y los movimientos de los vehículos tuvo un impacto muy significativo. Así como la generación de residuos, consumo de agua y el grado de suciedad de las entradas de obras de construcción, aumento en el tráfico vial y los incendios en áreas de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles. La electricidad y el consumo de combustible también se destacaron entre los impactos extremadamente importantes.

La Sociedad Pública de Gestión Ambiental del gobierno Vasco, IHOBE (2010), publicó el siguiente artículo “Green building rating systems: ¿cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?” donde hace una evaluación a las distintas metodologías, herramientas y sistemas disponibles identificados en el mercado, los cuales han sido distinguidos en los siguientes tres tipos: Sistemas de evaluación de la sostenibilidad, Estándares en edificaciones sostenibles, Herramientas (*software*) de evaluación. Donde hace un estudio a los sistemas expuestos (10 pertenecientes a Europa y otros 11 a nivel mundial). Referente a la

serie de estándares que “definen” a las edificaciones sostenibles y que son habitualmente aceptados como sinónimo de “buenas prácticas” (passivhaus, cero emisiones, etc.) a nivel internacional. El uso de estos estándares se ha generalizado, resultando de interés entender cuáles son los requisitos necesarios para adaptarse al estándar y sus diferencias con respecto a los sistemas de evaluación. Los estándares permiten identificar edificaciones que cumplen con requisitos de sostenibilidad, pero no establecen una gradación entre ellas, ya que se trata de documentos de mínimos, del tipo cumple/no cumple. De los cuales se desprende que los principales estándares existentes en la actualidad se centran fundamentalmente en el aspecto energético y reducción de las emisiones asociadas.

Muñoz, et al (2011) en su artículo de investigación denominado “residuos sólidos del proceso de construcción de viviendas en Chile – cuantificación, caracterización y establecimiento de indicadores”, sostienen que en los últimos años, la cantidad de residuos generados en el rubro de la construcción es bastante alta. En función de lo anterior, el objetivo de su trabajo fue caracterizar los residuos sólidos generados en la construcción de viviendas, para obtener indicadores de generación de residuos, e identificar oportunidades de gestión. Mediante auditoría de 72 viviendas y seguimiento periódico de la obra, se realizó un registro de los residuos sólidos generados, cuantificando su masa y estimando los volúmenes generados. Se determinó que la etapa de terminaciones, aporta la mayor cantidad de residuos con un 56% del total, seguido de obra gruesa con 41%, instalaciones domiciliarias con 2,3% e instalaciones eléctricas con 0,5%. En la etapa de terminaciones, la mezcla de residuos (misceláneos) y papeles y cartones, representan el 48% y 31% respectivamente, mientras que la etapa de obra gruesa, la madera y ladrillos son los de mayor generación con un 46% y 13% respectivamente. Se estimó un índice de generación de residuos de 0,14 m³/m² construido, valor que permite estimar los requerimientos de espacios para disposición o evaluar posibilidad de reutilización o reciclaje. A partir de la clasificación y caracterización se determinó que alrededor del 32% de los residuos generados eran reciclables o reutilizables. Además, se determinó que el 17% de los residuos eran peligrosos debido a sus características de inflamabilidad o

toxicidad. Estos resultados permiten extrapolar los residuos generados en proyectos aprobados o en ejecución, de suma importancia, considerando la ausencia de vertederos industriales autorizados en la Región de La Araucanía de Chile.

Álvarez (2003) en su investigación denominada “edificación y desarrollo sostenible GBC: un método para la evaluación ambiental de edificios”, sostiene que a la hora de plantearnos la definición de una edificación que contribuya al desarrollo sostenible es necesario, primero, identificar la contribución del modelo convencional de edificación a las categorías de efectos medioambientales globales existentes. Es decir, cuáles son los elementos, componentes, materiales, etc., presentes en la arquitectura convencional que contribuyen a estas categorías de impacto.

Ding (2008) en su artículo de investigación denominado “la construcción sostenible papel de las herramientas de evaluación ambiental” analiza y examina el desarrollo, el papel y las limitaciones de los métodos actuales de evaluación ambiental de construcción en la determinación de sostenibilidad en la edificación utilizada en diferentes países que lleva a discutir el concepto de desarrollar un modelo de sostenibilidad para la evaluación de proyectos basados en un enfoque multi-dimensional, que permitirá alternativas a su clasificación.

Casas (2013) realizó una investigación denominada “análisis y recomendaciones para una construcción sostenible en edificios en general” con el objeto de conocer, desarrollar y aportar con soluciones y recomendaciones en lo que se refiere a construcción sostenible, debido a que es materia de actualidad, en todo el mundo.

Galarza (2011), en su investigación denominada “desperdicios de materiales en obras de construcción civil: métodos de medición y control”, reconoce que en nuestro país se han estudiado y difundido muchas herramientas que tienen como finalidad medir, controlar y evaluar la productividad de la mano de obra. Sin embargo, existe poca información disponible en nuestro medio sobre el control de los materiales, pese a que representan una parte importante del costo directo de las obras. En esta investigación analiza la reducción del costo de consumo de los

materiales y reducción de los residuos sólidos de construcción generados por las obras, para esto se tomó la decisión de llevar el control de materiales significativos por el costo que representan para el proyecto (acero y concreto) y los que involucran una gran generación de desmonte (mortero, albañilería).

2.2. MARCO LEGAL.

2.2.1. Constitución Política del Perú, (29 de diciembre de 1993)

El artículo 67° de la Constitución Política del Perú establece que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales. Esta Política fue aprobada mediante Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, el 23 de mayo de 2009. (MINAM, 2010)

2.2.2. Política de Estado N° 19 – Desarrollo sostenible y Gestión Ambiental Adoptada en el Marco del Acuerdo Nacional AN - 22 de julio de 2002

La Política de Estado N° 19 se encuentra enmarcada en el Grupo de Objetivos para lograr la Competitividad del País con metas hasta el año 2021. Tiene como finalidad fortalecer la institucionalidad de la gestión ambiental mejorando y fortaleciendo la coordinación entre la sociedad civil, la autoridad ambiental nacional, las sectoriales y los niveles regionales y locales, en el marco de un sistema nacional de gestión ambiental. Esta acción tiene como base fundamental la gestión ambiental descentralizada y desconcentrada de los sectores del Gobierno Central, los Gobiernos Regionales y los Gobiernos locales, con la participación del sector empresarial y la sociedad civil.

A continuación presentamos el texto de la Política Ambiental:

POLÍTICA DE ESTADO N° 19. DESARROLLO SOSTENIBLE Y GESTIÓN AMBIENTAL

Nos comprometemos a integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible del Perú. Nos comprometemos también a institucionalizar la gestión ambiental, pública y privada, para proteger la diversidad biológica, facilitar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, asegurar la protección ambiental y promover centros poblados y

ciudades sostenibles; lo cual ayudará a mejorar la calidad de vida, especialmente de la población más vulnerable del país. (MINAM, 2010)

2.2.3. Ley N° 27446 – Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento. Artículo 2º.

Todo proyecto de inversión público y privado que impliquen actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos está sujeto al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Mediante ley se desarrollan los componentes del SEIA. La Autoridad Ambiental Nacional, en cumplimiento de su rol director del SEIA puede solicitar la realización de estudios que identifiquen los potenciales impactos ambientales negativos significativos a nivel de políticas, planes y programas. (SEIA, 2011)

2.2.4. ISO 14000 - Gestión ambiental

La familia ISO 14000, son normas internacionales que abordan los diversos aspectos de la gestión ambiental. Proporciona herramientas prácticas para las empresas y organizaciones que buscan identificar y controlar su impacto ambiental y mejorar continuamente su desempeño ambiental. Los estándares que promueven las normas ISO 14000 están diseñados para proveer un modelo eficaz Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), facilitar el desarrollo comercial y económico mediante el establecimiento de un lenguaje común en lo que se refiere al medio ambiente y promover planes de gestión ambiental estratégicos en la industria y el gobierno. (ISO 14001, 2004)

2.2.5. ISO 14001:2004 – Sistema de Gestión Ambiental.

ISO 14001:2004 establece los criterios para un sistema de gestión ambiental. No afecta a los requisitos del estado para el desempeño ambiental, pero traza un marco de trabajo que una empresa u organización puede seguir para establecer un sistema eficaz de gestión ambiental. Puede ser utilizado por cualquier organización, independientemente de su actividad o sector. Utilizar ISO 14001:2004 puede ofrecer garantías a la administración de empresas y

empleados, así como grupos de interés externos que el impacto ambiental que se está midiendo y mejorado. (ISO 14001, 2004)

2.2.6. Programa o Agenda 21, declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo y principios relativos a los bosques

En el año 1992 se celebró en Río de Janeiro la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (NU, 1992), también conocida como la Cumbre para la Tierra. Fue un éxito aún no superado de participación (172 gobiernos) y de acuerdos. Entre otras muchas cosas, se expuso la necesidad de fuentes alternativas de energía para reemplazar los combustibles fósiles vinculados al cambio climático global, la conciencia y la preocupación sobre la creciente escasez de agua y la necesidad del transporte público para reducir problemas de salud causados por la contaminación del aire. El término Programa 21 fue acuñado para referirse a los planes de acción que había que elaborar a escala local, regional y estatal para avanzar en la línea del desarrollo sostenible. El mensaje produjo resultados, como hacer del eco-eficiencia un principio rector por empresas y gobiernos.

2.2.7. Protocolo de Kioto – Cambio climático

El 11 de diciembre de 1997, se firmó el protocolo de Kioto, es uno de los instrumentos jurídicos internacionales más importantes destinado a luchar contra el cambio climático. Contiene los compromisos asumidos por los países industrializados de reducir sus emisiones de algunos gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento global. Las emisiones totales de los países desarrollados deben reducirse durante el periodo 2008-2012 al menos en un 5 % respecto a los niveles de 1990.

El Perú se adhirió a este Protocolo en el año 2003, ratificado en el 2012 en Qatar hasta el 2020, con el fin de continuar con la tarea de estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.2.8. Cumbre de Río+20. Desarrollo Sostenible

En el año 2012 se celebró en Río de Janeiro la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (UNDESA, 2010), también llamada cumbre de

Río+20. Esta conferencia tuvo como objetivo revisar y actualizar la implementación del concepto de desarrollo sostenible, asegurar que se renueve el compromiso político para el desarrollo sostenible, evaluar el progreso hasta la fecha y las lagunas existentes en la aplicación de los resultados de las principales cumbres sobre desarrollo sostenible y abordar los retos nuevos y emergentes. La conferencia se centró en dos temas: el marco institucional para el desarrollo sostenible y una economía verde en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza.

2.2.9. Vigésima Conferencia de las Partes (COP 20) – Cambio Climático

La XX Conferencia Internacional sobre Cambio Climático se celebró en Lima, Perú del 1 al 12 de diciembre de 2014. Esta conferencia fue organizada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), un organismo de la ONU. El principal objetivo era el de consolidar el acuerdo definitivo para sustituir el protocolo de Kyoto. Además, la conclusión del mecanismo de los fondos para enfrentar el cambio climático y el compromiso de cada país en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y los acuerdos logrados son la presentación de planes nacionales antes de marzo y los compromisos cuantificables de reducción de gases de efecto invernadero antes de 1 de octubre de 2015, se aprobó el aporte de 10.200 millones de dólares al Fondo Verde para el Clima y los países se comprometen a fortalecer políticas de sensibilización y educación sobre el medio ambiente.

2.3. MARCO TEORICO.

2.3.1. Los procesos constructivos y los impactos ambientales

El continuo aumento de la población a lo largo de la historia de la humanidad ha sido sostenido por el desarrollo de actividades productivas cuya realidad siempre se tradujo en la explotación de los recursos del planeta, renovables y no renovables. A causa de ello las últimas décadas han encontrado al mundo en situación de preservar y proteger el medio ambiente de un inminente desequilibrio

ecológico. Por otra parte, la gran demanda de recursos básicos para determinadas industrias ha llevado a la escasez de materias primas. Bajo estas problemáticas se han impulsado técnicas y tecnologías de reciclaje, que han sido el resultado de años de investigación (Suarez, 2006)

El sector de la construcción mantiene una relación muy estrecha con el medio ambiente, que presenta una doble vertiente. Por una parte, la relación es positiva, ya que la industria de la construcción crea edificaciones e infraestructuras que bien contribuyen a mejorar el desarrollo social y económico de los países o bien proporcionan los medios físicos para mejorar o proteger el medio ambiente. Por otra parte, la relación es negativa ya que supone un importante consumo de recursos, muchos de los cuales son no renovables, genera una gran cantidad de residuos y es una fuente de contaminación del aire y el agua (Zeng, Deng, & Tam, 2003)

Los impactos medioambientales de las actividades de construcción, que han sido estudiados de forma exhaustiva por diversos autores (Ofori, Gand, & Briffett, 2002), no se limitan a la actividad constructora propiamente dicha sino que tienen lugar o están influidos por todas las fases del proceso constructivo: promoción, proyecto, ejecución, uso y mantenimiento y derribo o demolición (García & González, 2004). Por ejemplo, en el caso de los edificios, la mayor parte de los impactos se producen durante su utilización y mantenimiento, siendo también considerables los generados durante su eventual derribo o demolición.

La construcción se presenta al mundo como una de las actividades más antiguas del ser humano, apareciendo ésta casi paralelamente con la técnica, la cual a su vez nace desde el momento en que al hombre se le reconoce como tal (Sanford, 1997). En tanto el hombre no se adaptó a las condiciones de su entorno, sino que por el contrario, adaptó el entorno a sus necesidades. Todavía hoy este es el rasgo característico de la construcción. Siendo característica del hombre adaptar el medio a sus propósitos, se presenta a través de la construcción una alteración significativa y a veces dramática del paisaje natural. Notándose mucho más visible en los dos recientes siglos, dada la aparición de nuevos materiales que ampliaron los horizontes para el diseño arquitectónico y estructural, además de

las técnicas constructivas. Antes de descubrirse el cemento y, consecutivo a este el concreto, la tierra y la madera eran los materiales más populares para la construcción en el mundo. La construcción de una edificación deja consecuencias en el medio ambiente y la sociedad en general alterando el entorno de forma parcial o total, temporal o definitivo, para esto la forma más recomendada para disminuir este problema es la aplicación de un sistema de “Producción Limpia”, que consiste en la aplicación continua de una estrategia de prevención ambiental a los procesos y a los productos con el fin de reducir riesgos tanto para los seres humanos como para el medio ambiente. (Shen, Tam, & Ji, 2010)

Así mismo, el Perú vive desde fines de la última década del siglo XX un sostenido crecimiento de la industria de la construcción, impulsado, sobre todo, por el aumento de los ingresos económicos de los hogares, las mayores inversiones públicas y privadas, ambas consecuencia directa del crecimiento económico y, asimismo, por la mejora de las condiciones de financiamiento para la adquisición de vivienda públicas. Se trata, sin duda, del duradero boom del sector inmobiliario peruano, cuyo epicentro es Lima Metropolitana y sus réplicas en menor escala en otras ciudades del interior como Arequipa, Trujillo, Chiclayo, Piura, Ica, Huancayo, Cajamarca, Huaraz, Puno entre otras.

Todo esto ha llevado al deterioro del medio ambiente, y particularmente los cambios en el clima, por lo que obliga al conjunto de la sociedad y a todos los sectores productivos y económicos que lo provocan a una reorientación profunda de las pautas de producción y consumo.

El sector de la construcción contribuye de manera importante a ese deterioro en sus distintas fases (extracción y fabricación de materiales, diseño de la edificación y de sus instalaciones que influye decisivamente en el rendimiento energético de la misma, gestión de la obra y de sus residuos) y necesita dar un giro notable hacia la adopción de decisiones encaminadas hacia la sostenibilidad.

2.3.2. Caracterización de los desechos de la construcción.

Una de las principales características que presentan estos materiales de residuos de la construcción y demolición es la variedad y proporción de sus componentes,

en una aproximación genérica, se pueden realizar una clasificación de acuerdo al tipo de actividad, objeto de la obra que los genera, el año y tipo de construcción, así como el país donde se ha generado el residuo. En el cuadro N° 1, se muestra tal clasificación, incluyendo los principales componentes de los residuos en cada caso. (Dodić, et al, 2010)

CUADRO N° 1: Clasificación de los residuos de la construcción de acuerdo con el tipo de actividad.

ACTIVIDAD	OBJETO	COMPONENTES PRINCIPALES	OBSERVACIONES
Demolición	Viviendas Otros edificios Obras públicas	Antiguas: mampostería, ladrillo, madera, yeso, tejas Recientes: ladrillo, hormigón, hierro, acero, metales y plásticos Industriales: hormigón, acero, ladrillo, mampostería Servicios: Hormigón, ladrillo, mampostería, hierro, madera. Mampostería, hierro, acero, hormigón armado	Los materiales dependen de la edad del edificio y del uso concreto del mismo en el caso de los de servicios Los materiales dependen mucho de la edad y el tipo de infraestructura a demoler. No es una actividad frecuente
Construcción	Excavación Edificación y Obras Públicas Reparación y mantenimiento Reconstrucción y rehabilitación	Tierras Hormigón, hierro, acero, ladrillos, bloques, tejas, materiales cerámicos, plásticos, materiales no férricos. Suelo, roca, hormigón, productos bituminosos. Viviendas: cal, yeso, madera, tejas, materiales cerámicos, pavimentos, ladrillo. Otro: hormigón, acero, mampostería, ladrillo, yeso, cal, madera.	Normalmente se reutilizan en gran parte. Originados básicamente por recortes, materiales rechazados por su inadecuada calidad y roturas por deficiente manipulación. Generación de residuos poco significativa en el caso de edificación

Fuente: Concepto de Producción Limpia en Vojvodina. Renewable and Sustainable Energy Reviews, (Dodić, et al, 2010)

En cuanto a los procesos, la producción limpia incluye la conservación de materias primas y energía; la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emanaciones y desperdicios antes de ser eliminados. La estrategia tiene por objeto reducir todos los impactos, durante el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final.

2.3.3. La Producción limpia.

El concepto de producción más limpia tiene sus orígenes en la cumbre de Río y la agenda 21, la cual contiene un conjunto de programas para alcanzar el desarrollo

sostenible. Es un plan detallado de acciones que deben ser acometidas a nivel mundial, nacional y local por entidades de la ONU, los gobiernos de sus estados miembros y por grupos principales particulares en todas las áreas en las cuales ocurren impactos humanos sobre el ambiente. Se debe entender que la Producción más Limpia y las tecnologías de prevención y reciclaje es un medio de ejecución para lograr el desarrollo sostenible. (Restrepo, 2008)

La Producción Limpia se consigue mediante la aplicación de habilidades en la mejora de la tecnología y/o el cambio de las actitudes. La meta es, para empezar, evitar la producción de desperdicios, y disminuir el uso de materias primas y energía. (Dodić et al., 2010)

A largo plazo, la Producción Limpia es la forma más rentable de explotar los procesos y de desarrollar y fabricar productos. El costo de los desperdicios y de las emanaciones, además de los impactos negativos sobre la salud y sobre el medio ambiente, pueden evitarse desde el comienzo mediante la aplicación de este concepto. *"aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada aplicada a procesos, productos, y servicios para mejorar la eco-eficiencia reduciendo los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente."* (PNUMA, 2012)

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente considera las Opciones para alcanzar una Producción Limpia mediante:

- Buenas Prácticas Operativas: que comprenden la utilización de medidas o procedimientos administrativos o institucionales que una industria usa para minimizar residuos.
- Substitución de materiales: incorporando cambios en la entrada de los materiales que favorecen a la minimización de residuos, reduciendo o eliminando los materiales peligrosos que entran al proceso de producción.
- Cambios tecnológicos: que incluye modificaciones en el proceso y en el equipo empleado para reducir los residuos del ciclo de producción.
- Reciclaje in situ: que significa volver a utilizar un material, dentro del mismo proceso productivo; utilizar el material no dentro de la misma actividad industrial, sino como insumo o materia prima para otra actividad industrial.
- Rediseño del producto: a raíz del mejoramiento y la inclusión de nuevas tecnologías que introducen cambios en la constitución del producto.

La participación en este tipo de producción incorpora a todos aquellos que están afectados por las actividades industriales: trabajadores, consumidores, poblaciones cercanas a las plantas de producción, autoridades, etc.

A. ¿Por qué producción limpia?

Ante el problema de la contaminación y exigencias internacionales para proteger el medio ambiente, surgieron como respuestas naturales medidas tendientes a la adopción de políticas y regulaciones específicas para controlar la contaminación, poniendo énfasis en el desarrollo de estándares ambientales y su posterior fiscalización y penalización en caso de incumplimiento. Esto ha incentivado el desarrollo de tecnologías, tales como plantas de tratamiento de aguas, gases, residuos y otros, que se denominan medidas de “fin de tubo”, donde los residuos producidos en los procesos productivos son llevados finalmente a un relleno sin un reciclaje previo, los líquidos tratados y transformados en otros estados y los gases lavados y filtrados. (Ibañez, 2006)

Cada vez son más los sectores que abordan en forma distinta los problemas ambientales. Anteriormente cualquier regulación era vista como un obstáculo, pero hoy la falta de estas es considerada como un problema e incluso a las empresas exportadoras les preocupa que las puedan acusar de dumping. Esto ha significado para las industrias un espacio en la consolidación de sistemas de certificación y autocontrol. Por casi una década el centro de atención ha estado en la comparación entre instrumentos de comando y control e instrumentos económicos aplicados a la gestión ambiental. (Ibañez, 2006)

En los últimos años, y partiendo de la experiencia europea, ha entrado con mucha fuerza a la discusión un tercer tipo de instrumentos, los denominados “acuerdos voluntarios”, que operan como mecanismos de apoyo a la implementación de políticas ambientales. Éstos incluyen a la industria no sólo como parte del problema, sino también como parte de la solución, asumiendo que el desarrollo sustentable necesita “acción más que reacción” por parte de los sectores productivos y que la gradualidad y responsabilidad en la implementación de las regulaciones son más efectivas en la medida que éstas se basan en iniciativas. El

gran aporte de estos acuerdos es que suponen un cambio de cultura en los actores comprometidos, generando confianzas mutuas y por tanto capacidades de influir en ambos sentidos.

Por una parte, las agencias de regulación y fiscalización abren espacios de diálogo que van más allá de su rol tradicional que “supone cierta distancia y relativa rigidez”, lo que permite incorporar el principio de responsabilidad del productor sobre sus residuos o emisiones, y así mejorar la relación costo-efectividad de la fiscalización.

Paralelamente, se producen oportunidades de trabajo conjunto entre la fiscalización y el fomento, lo cual supone una mejora en la eficiencia del sector público (Ibañez, 2006)

B. Producción Limpia en la Construcción

Como toda actividad la construcción deja consecuencias para el medio ambiente y la sociedad en general, para esto la forma más recomendada para disminuir este problema es la aplicación de un sistema de producción limpia adecuado para cada sector en la construcción.

Hay casos donde con gran éxito se aplican sistemas similares, donde la inversión es recuperada rápidamente, un ejemplo de esto es la disminución de escombros en las regiones metropolitanas en un 50%, donde aparte de llevar un beneficio a las personas, ya que se disminuyen el polvo en suspensión, material particulado entre otros, se obtienen beneficios económicos asociados a esta reducción, los cuales son el gasto en remoción de los mismos. (Ibañez, 2006)

C. Ventajas de una Producción Limpia

La filosofía de la PL empezó a mediados de los ochenta y hoy en día forma parte de la política medioambiental de la mayoría de los países desarrollados, y cada vez más de algunos países en desarrollo. Es una estrategia de gestión empresarial preventiva aplicada a productos, procesos y organización del trabajo, cuyo objetivo es minimizar emisiones tóxicas y de residuos, reduciendo así los riesgos para la salud humana y ambiental, y elevando simultáneamente la competitividad. Ello resulta de cinco (5) acciones, sean éstas combinadas o no,

consistentes en la minimización y consumo eficiente de insumos, agua y energía, minimización del uso de insumos tóxicos; minimización del volumen y toxicidad de todas las emisiones que genere el proceso productivo, el reciclaje de la máxima proporción de residuos en la planta y si no, fuera de ella; y reducción del impacto ambiental de los productos en su ciclo de vida (desde la planta hasta su disposición para el consumo final). (Ibañez, 2006)

La PL tiene como propósito general incentivar y facilitar el aumento de la competitividad y el desempeño ambiental de las empresas, apoyando el desarrollo de la gestión ambiental preventiva para generar procesos de producción más limpios, incluyendo el uso eficiente de la energía y el agua. La política de PL, representa un eslabón que articula la política ambiental con la política de desarrollo productivo, expresando así una importante dimensión de la estrategia de desarrollo sustentable, teniendo en cuenta que las tecnologías ambientales convencionales trabajan principalmente en el tratamiento de residuos y emisiones generados en un proceso productivo. (Alnaser et al., 2008)

D. ¿Qué motiva la adopción de la Producción Limpia?

Desde la perspectiva de garantizar el desarrollo sostenible y enfrentar los nuevos retos de la competitividad empresarial, la gestión ambiental se considera como una fuente de oportunidades y no como un obstáculo. Dentro de esta gestión, adoptar la PL resulta una alternativa viable para el logro de los objetivos de desarrollo. Adicionalmente, existen otras motivaciones como son la convicción plena de que es una estrategia encaminada al desarrollo sostenible, que mejora la competitividad y garantiza la continuidad de la actividad productiva, gracias al mejoramiento de la eficiencia en los procesos productivos, en los productos y en los servicios; ayuda a cumplir con la normatividad ambiental y garantiza el mejoramiento continuo de su gestión en este sentido; ayuda a mejorar la imagen pública, ya que previene conflictos por la aplicación de instrumentos jurídicos y disminuye las inversiones en sistemas de control al final del proceso. (Lee, 2001)

E. Estrategias de Producción Limpia

El enfoque de Producción Más Limpia requiere la aplicación de un criterio jerárquico en las prácticas de gestión ambiental. El orden de preferencias en la toma de decisiones sobre diseño y explotación es como sigue:

- Prevención de la generación de residuos y emisiones;
- Reciclaje;
- Tratamiento;
- Eliminación segura;

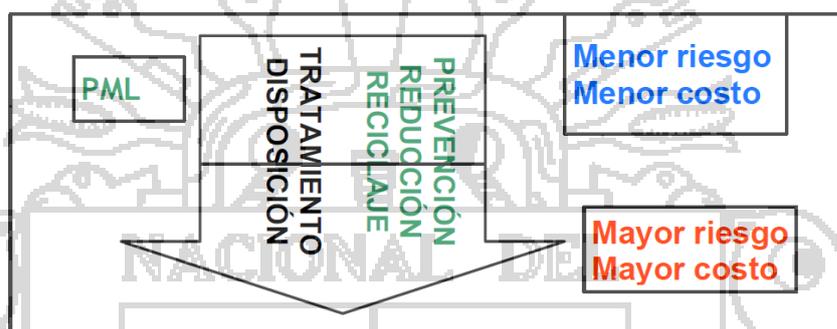


FIGURA Nº 1: Criterio jerárquico en la gestión ambiental. Fuente: Guía de Producción más Limpia. (CONAM, 2005)

Entre las prácticas de Producción Más Limpia tenemos:

CUADRO Nº 2: Prácticas de Producción más Limpia

<p>1. Buenas prácticas operativas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Procedimientos de Organización y Métodos ○ Prácticas de gestión ○ Segregación de residuos ○ Mejor manejo de materiales ○ Cronograma de producción ○ Control de inventario ○ Capacitación
<p>2. Substitución de insumos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Insumos menos tóxicos ○ Materiales renovables ○ Materiales auxiliares que aporten un tiempo de vida más largo en producción.

3. Mejor control de los procesos	<ul style="list-style-type: none"> ○ Procedimientos operativos e instrucciones de los equipos disponibles y redactados en forma clara de manera que los procesos se ejecuten más eficientemente y produzcan menos residuos y emisiones ○ Registro de las operaciones para verificar cumplimientos de especificaciones de procesos
4. Modificación del equipo	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mejor equipo ○ Mejores condiciones de operación ○ Equipo de producción e instalaciones de manera que los procesos se hagan con mayor eficiencia y se generen menores residuos y emisiones.
5. Cambio de tecnología	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cambios en la planta ○ Mayor automatización ○ Mejores condiciones de operación ○ Tecnología nueva
6. Reutilización, recuperación y reciclaje in situ	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reutilización de materiales residuales dentro del mismo proceso para otra aplicación en beneficio de la empresa
7. Producción de subproductos útiles	<ul style="list-style-type: none"> ○ Transformación del residuo en un subproducto.
8. Reformulación / rediseño del producto	<ul style="list-style-type: none"> ○ Diseño con menor impacto ambiental durante o después de su uso ○ Diseño con menor impacto ambiental durante su producción ○ Incremento de la vida útil del producto

Fuente: Guía de Producción más Limpia. (CONAM, 2005)

F. Producción Más Limpia y los sistemas de gestión ambiental

Un Sistema de Gestión Ambiental es la parte de la estrategia de negocios de una empresa que incluye los aspectos ambientales en las políticas y acciones de planeamiento, asignación de responsabilidades, implementación de prácticas y procesos, asignación de recursos, revisión y mantenimiento de la organización.

La norma ISO 14001, contiene los requisitos que una organización debe cumplir para poder declarar que su gestión ambiental se adecua a este modelo reconocido internacionalmente. La ventaja que presenta esta norma es que su implementación puede ser verificada a través de auditorías realizadas por una tercera parte, lo que permite la certificación del sistema, a través de empresas acreditadas para tal fin. Sin embargo cabe mencionar que si bien es la más usada e internacionalmente reconocida, existen otros sistemas de gestión ambiental como el EMAS de la Comunidad Europea

El principio sobre el cual se sustenta el sistema de gestión ambiental es la mejora continua sobre la base de la prevención de la contaminación, el cual es el mismo principio sobre el cual se desarrollan las estrategias de Producción Más Limpia.

Además los sistemas de gestión ambiental están basados en el modelo Planear-Hacer-Verificar-Actuar sobre el cual también se desarrolla la metodología para la implementación de estrategias de producción más limpia.

Es importante resaltar que existen otras similitudes entre ambas herramientas de gestión, las que se indican a continuación:

CUADRO N° 3: Similitudes entre herramientas de gestión de Producción más Limpia y Sistema de Gestión Ambiental.

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL
Prevención de la contaminación	Prevención y control de la contaminación
Diagnóstico de oportunidades de Producción Más Limpia	Diagnóstico ambiental inicial
Operaciones y hábitos de operación	Gestión de los aspectos ambientales
Beneficios ambientales que pueden ser comprobados	Mejora del desempeño ambiental (potencial)
Beneficios económicos	Cultura organizacional
Implementación de medidas	Programa de gestión ambiental
Seguimiento de la implantación de medidas	Implantación del programa
---	Monitoreo de avances
Evaluación de resultados	Revisión por la dirección, mejora continua
---	Legislación ambiental
---	Enfoque sistemático
---	Documentación
---	Certificación

Fuente: Guía de Producción más Limpia. (CONAM, 2005)

2.3.4. Conceptualización de los residuos sólidos en el Perú.

El concepto de residuos sólidos ha sido descrito por diferentes fuentes, por lo cual partiremos por la definición aportada por la legislación actual peruana. De acuerdo al artículo 14 de la Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos, estos son definidos como “sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente...”.

En el ámbito internacional, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos – OCDE, ha definido a los residuos como “aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en que son producidos”

En resumen, debemos señalar que los residuos sólidos entonces, son desde el punto de vista de quien los genera, materias inservibles que resultan del proceso

de producción de una empresa o entidad, o de las familias, a quienes ya no le son de utilidad. Recalcamos que son inservibles desde el punto de vista del generador, porque los residuos sólidos pueden tener una utilidad económica a través de diversas actividades como el reciclaje o la producción de energía a través de su procesamiento.

2.3.4.1. Categorización

Ley General de Residuos Sólidos y sus modificatorias se basan en esta categorización para asignar competencias a los distintos niveles de gobierno.

Por su origen

De acuerdo al origen de donde provienen los residuos sólidos se pueden clasificar principalmente en residuos sólidos municipales, de la construcción, industriales, hospitalarios y agropecuarios.

Por tipo de manejo

Esta clasificación hace referencia a alguna técnica de manejo especial que requieren los residuos sólidos para su manipulación o tratamiento. De esta forma, se tienen: Residuos mineros, Residuos peligrosos, Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, Residuos inertes y Residuos no peligrosos.

Por su composición.

Los residuos sólidos por su composición pueden ser de dos tipos: los biodegradables y los no biodegradables. La importancia de esta división radica en que dependiendo de su biodegradabilidad los residuos deberán ser tratados de manera distinta, siendo los residuos biodegradables aquellos con una mayor facilidad de descomposición y asimilación en el ambiente.

2.3.5. Construcción Sostenible.

Dentro de todo el proceso de producción llevado a cabo por las industrias, vemos que la mayor consumidora de recursos naturales es la industria de la construcción, donde la madera, los minerales, el agua y la energía juegan un rol importante.

Adicionalmente hay que anotar que toda edificación tiene un periodo de vida muy largo que se inicia en la planificación de la obra, y se extiende hasta cincuenta años en muchos casos. Durante todo este trayecto la construcción sigue siendo una causa directa de contaminación no solo por las emisiones que produce, sino por el suministro de agua y energía que consume, debiéndose tener en cuenta el impacto ambiental sobre el territorio donde está ubicado. (Kibert, 2008)

Es así que el proceso de fabricación de los materiales de construcción, tienen su origen en la extracción de los recursos naturales necesarios para su elaboración, pasando por el proceso de fabricación, transformación y consumo de energía; terminando en la demolición y los residuos generados como consecuencia. Lo que se pretende con la aplicación de los criterios de Construcción Sostenible es que la industria de la construcción disminuya en la medida de lo posible, el uso de estos materiales tóxicos y peligrosos reemplazando por productos naturales que ofrecen mayores ventajas para todos.

A. Aspectos a considerar en la Construcción Sostenible

La sostenibilidad tendrá en cuenta no sólo la construcción en la creación del ambiente, sino también los efectos que ésta producirá en aquellos que lo llevan a cabo y en los que vivirán en ellos. La importancia creciente en las consideraciones del "síndrome del edificio enfermo" en los edificios de oficinas y la "sensibilidad ambiental" en la construcción de viviendas ha dado lugar a una mayor consideración de los efectos que los materiales de construcción tienen en la salud humana (Vale, 2003)

Se tratará de construir en base a unos principios, que podríamos considerarlos ecológicos y se enumeran a continuación:

1. Conservación de recursos.
2. Reutilización de recursos.
3. Utilización de recursos Reciclables y Renovables en la construcción.

4. Consideraciones respecto a la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con la correspondiente prevención de residuos y de emisiones.
5. Reducción en la utilización de la energía.
6. Incremento de la calidad, tanto en lo que atiende a materiales, como a edificaciones y ambiente urbanizado.
7. Protección del Medio Ambiente.
8. Creación de un ambiente saludable y no tóxico en los edificios (Lanting, 2009).

Los recursos disponibles para llevar a cabo los objetivos de la Construcción Sostenible son los siguientes:

- Energía, que implicará una eficiencia energética y un control en el crecimiento de la movilidad.
- Terreno y biodiversidad. La correcta utilización del terreno requerirá la integración de una política ambiental y una planificación estricta del terreno utilizado. La construcción ocasiona un impacto directo en la biodiversidad a través de la fragmentación de las áreas naturales y de los ecosistemas.
- Recursos minerales, que implicará un uso más eficiente de las materias primas y del agua, combinado con un reciclaje a ciclo cerrado.

B. ¿Por qué Construcción Sostenible?

La definición de Construcción Sostenible lleva asociada tres verbos: *reducir*, *conservar* y *mantener*. La combinación de los principios ecológicos y de los recursos disponibles nos proporciona una serie de consideraciones a tener en cuenta.

La reducción en la utilización de los recursos disponibles se llevará a cabo a través de la reutilización, el reciclaje, la utilización de recursos renovables y un uso eficiente de los recursos. Se tratará de incrementar la vida de los productos utilizados, un incremento en la eficiencia energética y del agua, así como un uso multifuncional del terreno.

La conservación de las áreas naturales y de la biodiversidad se llevará a cabo a partir de restricción en la utilización del terreno, una reducción de la fragmentación y la prevención de las emisiones tóxicas.

El mantenimiento de un ambiente interior saludable y de la calidad de los ambientes urbanizados se llevará a cabo a través de la utilización de materiales con bajas emisiones tóxicas, una ventilación efectiva, una compatibilidad con las necesidades de los ocupantes, previsiones de transporte, seguridad y disminución de ruidos, contaminación y olores. (Sanford, 1997)

A partir de la información anterior, se podrían enumerar a grandes rasgos los requisitos que deberían cumplir los edificios sostenibles:

- Consumir una mínima cantidad de energía y agua a lo largo de su vida;
- Hacer un uso eficiente de las materias primas (materiales que no perjudican el medio ambiente, materiales renovables y caracterizados por su desmontabilidad);
- Generar unas mínimas cantidades de residuos y contaminación a lo largo de su vida (durabilidad y reciclabilidad);
- Utilizar un mínimo de terreno e integrarse correctamente en el ambiente natural;
- Adaptarse a las necesidades actuales y futuras de los usuarios (flexibilidad, adaptabilidad y calidad del emplazamiento);
- Crear un ambiente interior saludable (Canada, 1993)

Una estrategia óptima para minimizar el impacto ambiental sería aquella que utilizase soluciones que minimizaran de manera equilibrada los efectos que éstos producen sobre el Medio Ambiente, es decir, sobre el consumo de energía, la producción de residuos y la contaminación.

2.4. MARCO CONCEPTUAL.

2.4.1. Procesos constructivos.

Se define como proceso constructivo al conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. Si bien el proceso constructivo es singular para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar. (Cladera, et al, 2007)

2.4.2. Edificación

En conformidad con el Reglamento Nacional de Edificaciones, es una obra de carácter permanente, cuyo destino es albergar actividades humanas. Comprende las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella. (Grupo Editorial Megabyte, 2010)

2.4.3. Expediente Técnico de Obra.

Es el conjunto de documentos que comprende: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto, análisis de precios, calendario de avance, fórmulas polinómicas y, si el caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental y otros complementarios. (Grupo Editorial Megabyte, 2010)

2.4.4. Cambio Climático

El cambio climático se refiere a una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un largo período de tiempo (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de los suelos. Se debe tener en cuenta que el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define 'cambio climático' como: 'un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables'. El CMCC distingue entre 'cambio climático' atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y 'variabilidad climática' atribuida a causas naturales. (Suárez & Dokken, 2002)

2.4.5. Impacto Ambiental.

El impacto ambiental se puede definir como una acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes del mismo. (Díaz & Ruggeri, 2009). La Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental lo define como, la “alteración positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción del proyecto”.

2.4.6. Estudio de Impacto Ambiental.

Documento de evaluación ambiental de aquellos proyecto de inversión cuya ejecución pueda generar impactos ambientales negativos significativos en términos cuantitativos o cualitativos. Dicho estudio, como mínimo debe ser a nivel de Factibilidad de Proyecto. (Cálidda, 2012)

2.4.7. Plan de Manejo Ambiental.

Es el Instrumento Ambiental producto de una evaluación ambiental que de manera detallada establece las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, rehabilitar, o compensar los impactos negativos generados por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye planes de relaciones comunitarias, monitoreo, contingencia y abandono, según la naturaleza del proyecto, obra o actividad. (Cálidda, 2012)

2.4.8. Sistemas de Gestión Ambiental SGA.

Parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales.

Un sistema de gestión es un grupo de elementos interrelacionados usados para establecer la política y los objetivos y para cumplir estos objetivos.

Un sistema de gestión incluye la estructura de la organización, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos. (ISO 14001, 2004)

2.4.9. Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría Medioambientales (Eco-Management and Audit Scheme EMAS)

Es un mecanismo voluntario destinado a las empresas y organizaciones que quieren comprometerse a evaluar, gestionar y mejorar su comportamiento en materia medioambiental.

EMAS está concebido para ayudar a las organizaciones a mejorar su comportamiento medioambiental y a su vez ayudarles a mejorar su competitividad, por ejemplo, gracias a un mejor uso de los recursos. Al conseguir el registro en EMAS, la organización demuestra a todas las partes interesadas (consumidores, legisladores, ciudadanos) que evalúa, gestiona y reduce el impacto medioambiental de sus actividades. El logo de EMAS también puede utilizarse como herramienta de marketing y ventas. La organización tiene también la posibilidad de beneficiarse de las ventajas legislativas que algunas administraciones conceden a compañías “verdes”. (EMAS, 2005)

2.4.10. Indicador Ambiental.

“El indicador es el valor observado representativo de un fenómeno a estudiar. Los indicadores cuantifican la información mediante la agregación de diferentes datos, dando lugar a información sintetizada. Los indicadores simplifican la información, ayudando a describir y valorar fenómenos más complejos” Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA)

La normativa técnica (ISO/TS 21929-1, 2006) afirma que los indicadores son la respuesta a la necesidad de mayor información y a la necesidad de que esta información sea ágilmente comprensible. Resume sus utilidades en:

Simplificar: Los indicadores representan empíricamente la realidad, reduciendo el número de componentes;

Cuantificar: Los indicadores miden cuantitativamente el fenómeno que observan;

Comunicar: Los indicadores transmiten información.

2.4.11. Residuos Sólidos de la Construcción

Son residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras afines a éstas. Cabe señalar que el Ministerio de Vivienda y Construcción ya cuenta con un proyecto bastante completo que reglamente a la gestión de residuos sólidos de la construcción. Dicho proyecto establece que el generador debe ser responsable de los residuos generados y plantea un plan de manejo para construcciones de grandes dimensiones. (Dulanto, 2013)

Y de acuerdo al D.S. N° 003-2013-VIVIENDA, Reglamento para la gestión de residuos sólidos de la construcción y demolición se da la siguiente clasificación, los cuales serán considerados para la calificación en la presente investigación.

Residuos no peligrosos: Son residuos que por no ser intrínsecamente peligrosos o por no presentar características de peligrosidad. (Ver Anexo N° 5 y 6, Descripción de residuos sólidos no peligrosos de la construcción)

Residuos peligrosos: Estos residuos son comprobadamente peligrosos para la salud o el medio ambiente, ya que por su naturaleza pueden ocasionar muerte o enfermedad si son manejados inapropiadamente. (Ver Anexo N° 7, Descripción de residuos sólidos peligrosos de la construcción)

2.4.12. Materiales reutilizables

La reutilización de materiales implica tomar elementos de una construcción existente y utilizarlos nuevamente en otra construcción. Pueden ser utilizados con un uso similar o diferente al cual fueron concebidos inicialmente. Para calificar un material como reutilizado no deben realizarse procesos de transformación mayores (por ejemplo: una viga metálica se corta para ser utilizada para una luz menor, pero si se somete a un proceso como la fundición, ya no es reutilización sino reciclaje). Esta práctica resulta favorable en términos de sostenibilidad ya que se está prolongando la vida útil de los materiales. (Rocha, 2011)

2.4.13. Análisis de Ciclo de Vida

La metodología del análisis del ciclo de vida (ACV) se emplea para evaluar la influencia de un proceso o de un producto sobre el medio ambiente, visto desde la perspectiva de su ciclo biológico. Esta metodología ACV puede aplicarse ya desde la etapa de proyecto cuando la posibilidad de modificar soluciones es mayor para identificar aspectos ambientales significativos y para poder elegir materiales, construcciones y proveedores adecuados desde el punto de vista ambiental. (Fernández G. , 2010)

2.4.14. Eficiencia energética

Desde el punto de vista conceptual, la eficiencia energética no significa ahorro de energía, el cual está asociado a la disminución o restricción en el uso de un servicio o tecnología. Eficiencia Energética (EE), se refiere a la minimización del insumo energético por unidad de producto, manteniendo la misma calidad o mejorándola.

Se origina a partir de la disminución de las pérdidas de energía durante los procesos de conversión o transformación de un tipo de energía a otro. Gracias a ella es posible producir un mismo o mayor volumen de bienes o de niveles de servicio, sin aumentar (o aumentando en una proporción menor) el consumo de energía. Con la eficiencia energética, en consecuencia, no existe una disminución o restricción para el desarrollo de alguna actividad específica, como sí ocurre con el ahorro energético, tiene como objetivo de generar cambios de comportamiento, introducir nuevas tecnologías y crear una cultura de Eficiencia Energética. (Chaparro, et al, 2010)

2.4.15. Energía Embebida de los Materiales

La energía “gris” o energía “embebida” en los materiales y productos para la construcción es el parámetro más utilizado para calcular las emisiones de CO₂ a la atmósfera, durante la extracción de materias primas, los procesos de transformación y el transporte de los materiales hasta su destino final de utilización. Consiste en medir la energía en unidades de Julios, watts. La energía embebida de un edificio se calcula sumando toda la energía embebida de todos los materiales utilizados, más la energía utilizada durante la construcción. La energía embebida forma parte fundamental de la valoración del ciclo de vida (*Life Cycle Assessment*). (Rocha, 2011)

2.4.16. Ecoeficiencia

El concepto de ecoeficiencia nace de la concepción global de los impactos ambientales de las diferentes fases del ciclo de vida de un producto, y de la voluntad de reducir los diferentes efectos ambientales negativos.

Una definición de ecoeficiencia es la siguiente: "Proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfaga las necesidades humanas y la calidad de

vida, al tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta". World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). La ecoeficiencia se halla estrechamente ligada al desarrollo sostenible ya que equivale a optimizar tres objetivos: crecimiento económico, equidad social y valor ecológico. (Forum ambiental, 2001)

2.4.17. Producción Limpia.

La Producción Limpia consiste en la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada para los procesos, productos y servicios con el objetivo de incrementar la eficiencia y reducir los riesgos sobre la población humana y el ambiente.

En los procesos se orienta a:

- La conservación y ahorro de materias primas, agua y energía, entre otros insumos.
- La reducción y minimización de la cantidad y peligrosidad de residuos (sólidos, líquidos y gaseosos).
- La sustitución de materias primas peligrosas y la reducción de los impactos negativos que acompañan su extracción, almacenamiento, uso o transformación.

En los productos se orienta a:

- La reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final.

En los servicios se orienta a:

- La incorporación de la dimensión ambiental tanto en el diseño como en la prestación de los servicios. (PNUMA, 2012)

La implementación de un programa de Producción Más Limpia es un proceso compuesto de 5 etapas.

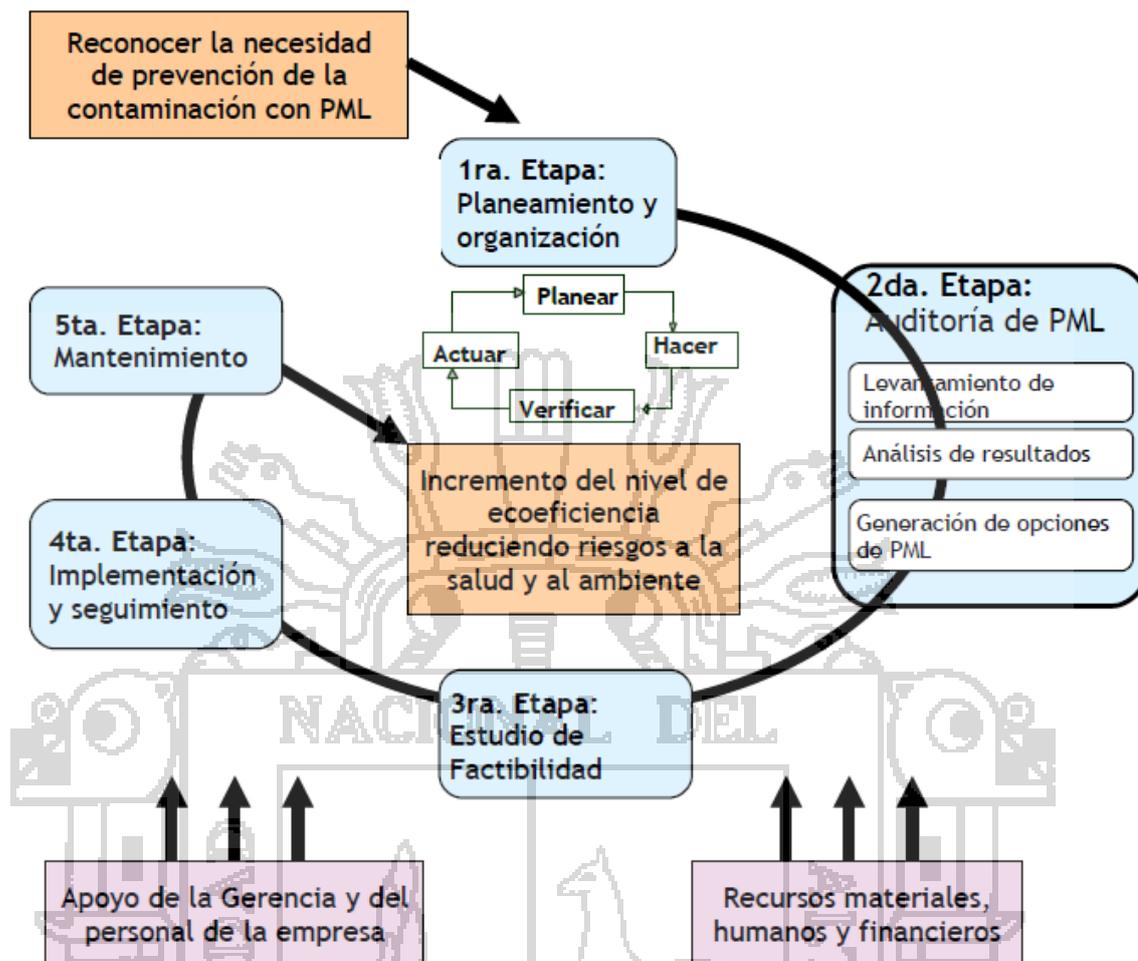


FIGURA Nº 2: Etapas para la implementación de un programa de Producción más Limpia.
Fuente: Guía de Producción más Limpia. (CONAM, 2005)

2.4.18. Buenas Prácticas

Es un conjunto de acciones tendientes a modificar hábitos con el objetivo de utilizar eficientemente la energía, el uso racional de los recursos y la reutilización de materiales. Las Buenas Prácticas son útiles por su simplicidad y bajo costo así como por los rápidos y sorprendentes resultados que se obtienen. Requieren sobre todo cambios en la actitud de las personas y en la organización de las operaciones. Su rentabilidad suele ser alta al necesitar una baja inversión. (DSTMA, 2008)

2.4.19. Desarrollo sostenible

El informe de la comisión Brundtland (1987), acuña el concepto de “desarrollo sostenible” como, aquel “*que asegura la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias*”, popularizó el término de desarrollo sostenible, el cual integra diferentes campos de estudio que son aplicables a varias actividades humanas y, en particular, a los impactos ambientales que se generan en el sector de la construcción.

En la Cumbre Mundial de 2005 se ha anotado que el desarrollo sostenible requiere el refuerzo mutuo entre las necesidades ambientales, sociales y económicas, los “tres pilares” del desarrollo sostenible. Este punto de vista se ha expresado a través de un esquema, utilizando tres elipses, indicando que los tres pilares del desarrollo sostenible no se excluyen mutuamente y que se pueden reforzarse mutuamente.



FIGURA N° 3: Los tres pilares del desarrollo sostenible. De izquierda a derecha, la teoría, la realidad y el cambio necesario para equilibrar el modelo.

Fuente: Programa de Trabajo de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN, 2004)

La definición más simple de la sostenibilidad en el ámbito de la edificación la sostiene Cole (2011), definiendo que algo es sostenible si se mantienen las cosas de las que se dispone, en contraste al concepto de verde o ecológico que es hacer menos daño al ambiente, que consiste en recuperar las cosas que se han perdido.

2.4.20. Construcción Sostenible

La Construcción Sostenible deberá entenderse como el desarrollo de la construcción tradicional pero con una responsabilidad considerable con el Medio Ambiente por todas las partes y participantes. Lo que implica un interés creciente en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental o los prejuicios, y proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno (Kibert, 2008). Sumado a esto, el respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios. (Casado, 2002)

El término de Construcción Sostenible abarca, no sólo los edificios propiamente dichos, sino que también debe tener en cuenta su entorno y la manera cómo se comportan para formar las ciudades. El desarrollo urbano sostenible deberá tener la intención de crear un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente, con recursos, no sólo en cuanto a las formas y la eficiencia energética, sino también en su función, como un lugar para vivir (WWF, 2003)

2.4.21. Edificio Sostenible

Un edificio “sostenible” o “verde” es una estructura concebida para aumentar la eficiencia y reducir el impacto medioambiental, al tiempo que mejora el bienestar de sus usuarios.

El edificio sostenible no se caracteriza por un rasgo concreto ni se limita a un conjunto de normas o requisitos. Se trata de un proceso completo, que abarca desde la elección del lugar en que iniciará la construcción hasta la proyección de la estructura y la utilización de materiales ecológicos o la posibilidad de reciclaje de los mismos. (Edificio verde, 2003)

2.5. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.

A. TERMINOS AMBIENTALES.

Aerosoles: Dispersión de un material finamente dividido en un medio gaseoso.

Aguas residuales: También llamadas “aguas negras”. Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión.

Basura: Desechos, generalmente de origen urbano y de tipo sólido. Hay basura que puede reutilizarse o reciclarse. En la naturaleza, la basura no sólo afea el paisaje, sino que además lo daña; por ejemplo puede contaminar las aguas subterráneas, los mares, los ríos etc.

Biodegradable: Sustancia que puede descomponerse a través de procesos biológicos realizados por acción de la digestión efectuada por microorganismos aerobios y anaerobios. La biodegradabilidad de los materiales depende de su estructura física y química. Así el plástico es menos biodegradable que el papel y este a su vez menos que los detritos.

Biodiversidad: Puede entenderse como la variedad y la variabilidad de organismos y los complejos ecológicos donde estos ocurren. También puede ser definida como el número diferente de estos organismos y su frecuencia relativa. Situación ideal de proliferación y diversidad de especies vivas en el planeta. Todas las especies están interrelacionadas, son necesarias para el equilibrio del ecosistema, nacen con el mismo derecho a vivir que el hombre, y a que sea respetado su entorno natural.

Cambio climático: Alteraciones de los ciclos climáticos naturales del planeta por efecto de la actividad humana, especialmente las emisiones masivas de CO₂ a la atmósfera provocadas por las actividades industriales intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles.

Calentamiento global: Es la alteración (aumento) de la temperatura del planeta, producto de la intensa actividad humana en los últimos 100 años. El incremento de la temperatura puede modificar la composición de los pisos térmicos, alterar las estaciones de lluvia y aumentar el nivel del mar.

Capa de ozono: Capa compuesta por ozono que protege a la Tierra de los daños causados por las radiaciones ultravioleta procedentes del sol. Si desapareciera esta capa las radiaciones esterilizarían la superficie del globo y aniquilarían toda

la vida terrestre. Ciertos productos químicos llamados clorofluorocarbonos, o CFC (compuestos del flúor) usados durante largo tiempo como refrigerantes y como propelentes en los aerosoles, representan una amenaza para la capa de ozono.

Clorofluorocarbonos (CFC): Sustancias químicas utilizadas para producir aerosoles, espuma plástica, equipos refrigerantes y chips de computadores. Son la causa principal del adelgazamiento del ozono atmosférico y también contribuyen al efecto invernadero

Contaminación: (Del latín *contaminare* = manchar). Es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un ambiente o entorno. Afecta o puede afectar la vida de los organismos y en especial la humana.

Contaminación del suelo: Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo.

Contaminación hídrica: Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.

Contaminación atmosférica: Es la presencia en el ambiente de cualquier sustancia química, objetos, partículas, o microorganismos que alteran la calidad ambiental y la posibilidad de vida. Las causas de la contaminación pueden ser naturales o producidas por el hombre. Se debe principalmente a las fuentes de combustible fósil y la emisión de partículas y gases industriales. El problema de la contaminación atmosférica hace relación a la densidad de partículas o gases y a la capacidad de dispersión de las mismas, teniendo en cuenta la formación de lluvia ácida y sus posibles efectos sobre los ecosistemas.

Contaminación sónica: También llamada contaminación acústica. Más intangible pero no menos importante en un análisis ambiental, es la medición en la contaminación por ruido. Se produce más que todo en el espacio urbano.

Contaminación visual: Es aquella contaminación producida sobre el paisaje y el espacio público de los centros urbanos.

Deforestación: Término aplicado a la desaparición o disminución de las superficies cubiertas por bosques, hecho que tiende a aumentar en todo el mundo. Las acciones indiscriminadas del hombre ante la necesidad de producir madera, pasta de papel, y el uso como combustible, junto con la creciente extensión de las superficies destinadas a cultivos y pastoreo excesivo, son los responsables de este retroceso. Tiene como resultado la degradación del suelo y del tipo de vegetación que se reduce a arbustos medianos y herbáceos con tendencia a la desertización.

Degradación de suelos: Reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada en zonas áridas, semiáridas y semihúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento.

Eco etiquetaje: Asignación, por parte de un organismo competente, de etiquetas acreditativas de que un producto ha sido producido de manera totalmente respetuosa con el medio ambiente.

Ecosistema: Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

Efecto invernadero: Calentamiento progresivo del planeta provocado por la acción humana sobre medio ambiente, debido fundamentalmente las emisiones de CO₂ resultantes de las actividades industriales intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles.

Emisiones difusas: Emisiones generadas por toda actividad, proceso, operación o dispositivo, que no constituye una fuente estacionaria.

Estudio de impacto ambiental: Es el conjunto de información que se deberá presentar ante la autoridad ambiental competente y la petición de la licencia ambiental.

Energía alternativa: También llamada renovable. Energía que se renueva siempre, como por ejemplo la energía solar, la eólica, la fuerza hidráulica, la biomasa, o la geotérmica (calor de las profundidades).

Erosión: Pérdida de la capa vegetal que cubre la tierra, dejándola sin capacidad para sustentar la vida. La erosión tiene un lugar en lapsos muy cortos y esta favorecida por la pérdida de la cobertura vegetal o la aplicación de técnicas inapropiadas en el manejo de los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna).

Extinción: Proceso que afecta a muchas especies animales y vegetales, amenazando su supervivencia, principalmente a causa de la acción del hombre, que ha ido transformando y reduciendo su medio natural.

Gases de efecto invernadero: Son gases como el dióxido de carbono o el metano que se encuentran en la troposfera y que actúan como un techo que controla el ritmo de escape del calor de sol, desde la superficie terrestre.

Gestión ambiental: Es el conjunto de las actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente y sus componentes principales, como son: la política, el derecho y la administración ambiental.

Hábitat: Lugar o área ecológicamente homogénea donde se cría una planta o animal determinado. Sinónimo de biotopo.

Licencia o certificación ambiental: Es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia, de los requisitos que la misma establezca, relacionadas con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada.

Monóxido de carbono: Gas incoloro e inodoro, muy venenoso, que se produce por combustión de los motores y por tanto constituye un grave problema de contaminación de las ciudades, debido al exceso de vehículos.

Naturaleza: Es el hábitat donde confluyen la vida animal, vegetal y mineral.

Polvo: Aerosol formado por partículas sólidas.

Polvos Respirables: Son aquellos cuyo diámetro aerodinámico es inferior a 10 micrones. Se les llama también polvos de significación respiratoria o polvos finos. Llegan a los alvéolos pulmonares en cantidad mayor a medida que disminuye su tamaño

Polvos Tóxicos: Son aquellos que llegan al pulmón, y la sangre los distribuye dentro del organismo produciendo otros daños.

Recursos naturales: Son aquellos bienes existentes en la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico. Tales recursos son: El aire, la energía, los minerales, los ríos, la flora, la fauna, etc.

Recursos renovables: Son aquellos bienes que existen en la Tierra y que no se agotan, tales como el aire, el viento, el agua del mar. Se reproducen solos o con la ayuda del hombre.

Recursos no renovables: Son aquellos bienes que existen en la Tierra en cantidades limitadas. En su mayoría son minerales tales como el petróleo, el oro, el platino, el cobre, el gas natural, el carbón, etc.

Reserva natural: Área en la cual existen condiciones primitivas de flora y fauna.

B. RESIDUOS SÓLIDOS:

Depósito: Es el receptáculo o sitio de acopio transitorio destinado para la acumulación de los residuos.

Depósito de escombros: Sitio autorizado para recibirlos.

Escombros: Son todos aquellos residuos sólidos provenientes de cualquier faena de la construcción o de demoliciones.

Instalaciones de tratamiento: son aquellas destinadas al procesamiento de residuos para eliminar o disminuir de ellos propiedades no deseadas.

Lugar de disposición final: Es un sitio diseñado o autorizado para el depósito de residuos, sobre o bajo el nivel de tierra, y que ha considerado en su diseño y construcción las características de los residuos a depositar y las medidas de higiene, seguridad y estabilidad estructural adecuadas.

Recolección: Es la acción de retirar el residuo desde el sitio en que se generó (fuente), hasta un lugar de traspaso o almacenamiento, sin abandonar los límites del predio.

Reciclaje: Recuperación de materiales de descarte para ser utilizados, previa transformación, en otros productos.

Relleno sanitario: Vertedero para residuos domiciliarios autorizado, diseñado para recibir residuos con un alto contenido orgánico y de una rápida descomposición. En su diseño se contemplan sistemas de captación y tratamiento del biogas, y de los líquidos lixiviados.

Relleno de seguridad: Vertedero para residuos peligrosos, especialmente diseñado para garantizar una total inmovilidad de los residuos depositados en su interior. Su diseño incluye sistemas de impermeabilización y de control.

Residuo: Sustancias u objetos cuyo generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar en virtud de la legislación vigente.

Transporte: Es la actividad que se realiza para retirar los residuos desde el interior de la obra, para conducirlos a un sitio de destino final, como un vertedero o un lugar de reciclaje.



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Tipo de Estudio

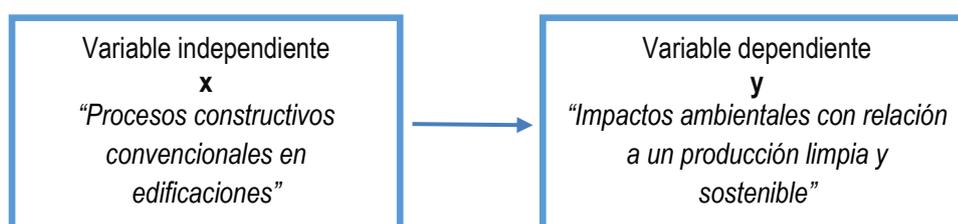
Esta es una investigación pura o básica, por cuanto los “procesos constructivos convencionales en edificaciones y sus impactos ambientales respecto a una producción limpia y sostenible” podrán ser utilizados como nuevo conocimiento por instituciones dedicadas a la industria de la construcción, como gestión ambiental en el proceso constructivo.

Diseño de Investigación

El diseño que se aplicará es el No Experimental, Correlacional – causal.

- **El diseño No Experimental** se define como la investigación que se realizará sin manipular deliberadamente variables. En este diseño se observarán los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. (Dzul, 2013)
- **El diseño de investigación Transeccional correlativo – causal** servirá para relacionar entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado. Se tratará también de descripciones, pero no de categorías, conceptos, objetos ni variables individuales, sino de sus relaciones, puramente correlacionales o relaciones causales. (Cancela, et al, 2010)

Diseño de la Investigación



Nivel de la Investigación

Esta investigación es de Nivel Explicativo o causal, en este nivel se realizan inferencias de la relación entre dos o más variables y en función de los datos recogidos. (Charaja, 2011)

El esquema o modelo de este tipo de investigación es el siguiente:

$$y = f(x)$$

donde:

x: causa

f: función

y: efecto o consecuencia (viene a ser el Hecho)

3.2. AMBITO DE ESTUDIO

El presente estudio de investigación se realizó en el Departamento, provincia y distrito de Puno, los proyectos se encuentra emplazados dentro de los límites de la Ciudad Universitaria, propiedad de la Universidad Nacional del Altiplano, el cual se ubica en el sector Nor Este de la ciudad de Puno entre los barrios Llavini, San José, y Alto San José al que antiguamente se le denominaba Fundo Valderrama”.

UBICACIÓN POLITICA.

REGION : PUNO
PROVINCIA : PUNO
DISTRITO : PUNO
LUGAR : CIUDAD UNIVERSITARIA AV. FLORAL S/N

Considerando lo descrito, las autoridades universitarias acordaron en Consejo Universitario aprobar la elaboración del expediente técnico para su posterior construcción de proyectos de infraestructura en el terreno destinado para su ejecución de acuerdo al Plan Director vigente de la UNA PUNO, contando con el visto bueno de la Oficina General de Planificación y Desarrollo de esta Universidad.

En atención a este requerimiento es que la Unidad de Estudios y Proyectos de la Oficina de Arquitectura y Construcción OAC, realizó los estudios definitivos y la elaboración del expediente técnico de las obras de Proyecto para los años 2013 – 2014

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

La población a investigar está conformada por los proyectos que viene ejecutando la Universidad Nacional Del Altiplano a través de la Oficina de Arquitectura y Construcción OAC. En el periodo 2013-2014. En una cantidad de 15 proyectos.

3.3.2. Muestra

La muestra de estudio es determinística o no probabilística. Y estará determinada por aquellos Proyectos en Edificaciones que tienen un avance físico menores al 10%, lo cual permitirá medir la incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA PUNO y sus impactos ambientales con relación a una producción limpia y sostenible. En una cantidad de 04 obras o proyectos, lo cual representa el 26.67% del total de proyectos en ejecución, así mismo se consideró la magnitud del proyecto respecto al monto de inversión para su ejecución, que a continuación se pasan a detallar:

Nº	CODIGO SNIP	NOMBRE DEL PROYECTO	APELATIVO	MONTO DE INVERSION S/.	TIEMPO DE EJECUCION/ MESES	AVANCE (%) AL MES NOVIEMBRE 2013
----	----------------	---------------------	-----------	------------------------------	----------------------------------	---

1	265660	Ampliación Y Mejoramiento del Servicio de Formación Académica de la Facultad De Ingeniería Económica De La Universidad Nacional Del Altiplano – Puno	ECONOMIA	3'734,798.00	15	2 %
2	265870	Ampliación y Mejoramiento de los servicios académicos de la Escuela Profesional de Ciencias Contables de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno	CONTABLES	4'155,263.00	16	0 %
3	201233	Ampliación y Mejoramiento de laboratorios de la Escuela Profesional de Educación Física de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno	EDUCACION FISICA	1'792,067.49	10	2 %
4	259520	Creación del servicio de mega laboratorio clínico universitario de salud humana en altura para la formación e investigación en la Universidad Nacional del Altiplano – Puno	HOSPITAL	16'544,537.01	24	10 %

CUADRO N° 4: Muestra determinística o no probabilística de los proyectos en ejecución en la UNA PUNO, periodo 2013-2014

Fuente: Elaboración propia

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Técnicas: La investigación permitió aplicar las siguientes técnicas:

- Observación.
- Análisis documental.

Instrumentos: Los instrumentos que se utilizaron son los siguientes:

- Guías de Observación, para recopilar información previa que señalan la problemática ambiental que los procesos constructivos convencionales tendrán durante la ejecución del proyecto y conocer las características del entorno. Las guías de Observación, se realizaron a través de Hojas de Campo el cual fue formulado de la siguiente forma: (ver ANEXO N° 4)
- Encabezamiento: La primera parte describe la HOJA DE CAMPO y el N° de HOJA DE CAMPO, así mismo se describe el NOMBRE Y UBICACIÓN DEL PROYECTO.

- Información general: La segunda parte identifica el IMPACTO DEL PROYECTO SOBRE EL MEDIO, FASE DEL PROYECTO Y NATURALEZA DEL IMPACTO, a través de una imagen o fotografía sobre el entorno.
- La última parte contiene la descripción del PROBLEMA AMBIENTAL Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN sugeridas.

Se validó el instrumento con Hojas de Campo utilizadas para el EIA, de la construcción del Hotel Resort Paracas con similares características, proyecto en Edificaciones, se realizó las siguientes modificaciones:

En el encabezamiento se añadió, la descripción de: Nombre del Proyecto.

En la información general se añadió, la descripción de: IMPACTO DEL PROYECTO SOBRE EL MEDIO, FASE DEL PROYECTO Y GRADO DEL IMPACTO.

- b) Guías de Análisis documental, se utilizó este instrumento mediante la revisión de documentos que se tienen en la etapa de pre-construcción (Expediente Técnico), previa solicitud y autorización del Jefe de Obras de la OAC de la UNA-PUNO (ver ANEXO N° 2), para la revisión de las partidas ejecutadas durante el proyecto, de esa forma determinar los impactos ambientales causados por los procesos constructivos convencionales con relación a una producción limpia y sostenible.

Se validó el instrumento por la metodología propuesta por Gangoells, et al (2009).

3.5. PLAN DE DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

En este trabajo de investigación se presenta una metodología para predecir y evaluar los impactos ambientales en edificaciones. La importancia de cada

aspecto ambiental en un sitio en particular se identifica antes de la etapa de construcción, por lo tanto los impactos de mayor incidencia se destacan por adelantado, lo cual nos permite proporcionar una serie de medidas para mitigar los impactos adversos, que pueden ser implementadas durante las actividades de construcción en el sitio.

Para predecir la incidencia de los impactos ambientales relacionados con la construcción de edificios en la UNA – PUNO, se procedió de la siguiente forma.

- a) Identificación de los aspectos ambientales relacionados con el proceso constructivo convencional con un enfoque orientado a la producción limpia y sostenible.
 - Desarrollo de Indicadores con relación a una producción limpia y sostenible.
- b) Evaluación de los aspectos ambientales en la fase del proyecto (expediente Técnico)
 - Determinación de la importancia de impacto ambiental del proyecto de construcción.

a) IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Para cumplir los requisitos de un sistema de gestión medioambiental debería de adaptarse un procedimiento para identificar y controlar los aspectos e impactos medioambientales asociados a sus actividades, funciones, productos y procesos. Un procedimiento para identificar los criterios de actuación de todas las funciones, actividades productos y procesos que tengan o pudieran tener un impacto significativo sobre el medio ambiente. (Roberts y Robinson, 2003)

La identificación de los aspectos ambientales con relación al proceso constructivo es el primer paso de la metodología utilizada por Gangoells, et al (2009). En primer lugar, los procesos principales son identificados y divididos en pasos de proceso más pequeños. Los aspectos ambientales asociados con cada proceso de construcción, se identifican a continuación. (1) Movimiento de tierra, (2) cimentación, (3) estructuras, (4) techos, (5) particiones y dispositivos de cierre, (6) membranas impermeables, (7) aislamientos, (8) revestimientos, (9) pavimentos,

(10) puertas y ventanas. Estos principales procesos de construcción fueron divididos en pasos de proceso más pequeños. Un total de 219 etapas y actividades fueron consideradas en última instancia.

Para el presente trabajo de investigación se ha considerado el proceso que se divide en etapas del presupuesto: Estructuras, Arquitectura, Instalaciones sanitarias e Instalaciones eléctricas, estas a su vez se han dividido en procesos más pequeños, de cada uno de los productos o servicios que conforman el presupuesto de una obra (partida), y estas jerarquizadas de la siguiente manera: Partidas de primer orden; Agrupan partidas de características similares. Pueden ser llamadas Partidas Título.

Partidas de segundo orden; Agrupan partidas genéricas, que nombran una labor en general o sin precisar detalle.

Partidas de Tercer Orden; Son partidas específicas que indican mayor precisión de trabajo. Estas pueden ser llamadas Partidas Básicas.

Partidas de Cuarto Orden; Son partidas para casos excepcionales, de mayor especificidad. (Grupo Editorial Megabyte, 2010)

DESARROLLO DE INDICADORES CON RELACIÓN A UNA PRODUCCIÓN LIMPIA Y SOSTENIBLE.

Existe una problemática de los sistemas de indicadores existentes, Fernández (2010) cita a (Wilson et al., 2007) que menciona “Existe una gran necesidad de construir sistemas de indicadores de sostenibilidad para el diseño y gestión de los desarrollos urbanos, además de para el control y monitoreo del progreso de los objetivos sostenibles a lo largo del tiempo, sobre todo a partir de que la Agenda 21 marcara como básica la creación de estos sistemas a nivel local. Cada institución municipal, regional, nacional e internacional, ha ido adoptando diferentes sistemas de indicadores con los siguientes resultados: una gran disparidad de dimensiones e indicadores sin la existencia de un consenso global para su selección”.

Así, la International Organization for Standardization (ISO) está tratando de lograr una homogeneización en las líneas básicas de aplicación de la sostenibilidad. Entre las distintas normas identificadas, cabe destacar la ISO 21929-1 (2006) que

trata exclusivamente de los indicadores de sostenibilidad estableciendo un marco para su desarrollo en el caso de los proyectos exclusivamente de edificación.

En el caso de la edificación, en las más de 70 herramientas basadas en indicadores de sostenibilidad, existen otros problemas identificados tales como: la incertidumbre y subjetividad a la hora de seleccionar los criterios, indicadores y dimensiones (Huetting & Reijnders, 2004); el predominio de los aspectos medioambientales en la evaluación de la sostenibilidad de los edificios (Saparauskas, 2007); la falta de participación de todos los involucrados en el ciclo de vida de los proyectos (Fernández, 2008); y el número de indicadores que debe ser en general pequeño pero que en los sistemas de indicadores, además de una gran diferencia en número entre unos y otros, existen generalmente un alto número de ellos (Alarcón, 2005).

Como también subrayan Kemmler y Spreng (2007), no existe una metodología aceptada o estandarizada para la selección de indicadores de sostenibilidad. En consecuencia, y teniendo en cuenta que el sector de la construcción está evolucionando hacia un incremento del número y tipo de indicadores sociales, económicos y medioambientales (Zhang et al., 2008), existe la necesidad de establecer una metodología para una gestión sostenible coherente y práctica en los proyectos de ingeniería civil y, sobre todo, para la identificación, priorización y selección de indicadores de sostenibilidad desde el punto de vista de la dirección integrada de proyectos. (Fernández, 2010)

VALIDACIÓN CONCEPTUAL

La instancia de validación conceptual es aquella cuya finalidad consiste en justificar las teorías e hipótesis sustantivas mediante una doble tarea: demostrando que las hipótesis constituyen una respuesta eficaz a la pregunta planteada y, además, que ellas son auto consistentes (es decir, no encierran contradicciones) y, además, son coherentes con las teorías y hechos que se pueden considerar bien establecidos (Samaja, 2012)

Para el presente trabajo de investigación, la selección de indicadores ambientales y de sostenibilidad relacionados a la construcción de edificios se han adoptado a los propuestos por Fernández (2010) y Gangoellis, et al (2009). Publicados en la revista científica "Construcción y Medio ambiente" los cuales han sido examinados

y analizados para su publicación, por lo que se puede decir que la metodología conceptual utilizada es coherente y bien establecida. De acuerdo a lo indicado, en el presente trabajo de investigación se ha clasificado en dos componentes ambientales: Producción Sostenible y Producción Limpia, siendo esta última parte integrante de la sostenibilidad.

Los componentes ambientales a evaluar se presentan a continuación.



CUADRO N° 5: Indicadores ambientales a evaluar en términos de producción limpia y sostenible

COMPONENTE AMBIENTAL	ASPECTO	INDICADOR	DESCRIPCION	UNIDAD	FUENTE
AMBIENTAL	AGUA	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL O SUBTERRÁNEA	Afectación de la calidad física, química, biológica y capacidad de asimilación de vertidos debido a la proximidad del nivel freático.	Índice	Estudio aguas/suelos
		VERTIDO DE AGUA RESULTADO DE LA EJECUCIÓN DE LA PARTIDA Y LIMPIEZA	Agua vertida resultado de la ejecución de fundaciones - cimentaciones, techos, etc. y resultante del proceso de limpieza o vertido de otras necesidades básicas del fluido.	Cantidad de fluido tixotrópico por m ² de superficie de suelo (lt./m ²)	Registros de medic caudal y tiempo
		VERTIDO DE AGUAS SANITARIAS	Agua residuales vertidas resultantes de instalaciones sanitarias en el lugar	N° medio de trabajadores por día	Multiplicando el n° personas/ producc cápita de aguas res
	AIRE	EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	Generación de emisiones de gases de efecto invernadero debido a la utilización de maquinaria y movimiento de vehículos.	ton CO ₂ /día	Mediciones en cam equipo especializac estimaciones a part factores de emisión
		EMISIONES DE COMPUESTOS ORGANICOS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO	La emisión de compuestos orgánicos volátiles y CFCs producto del uso de pinturas y barnices sintéticos	Ton oz /actividad, Ton oz /día	Mediciones en cam equipo especializac estimaciones a part factores de emisión
		GENERACION DE POLVO Y OLORES	La generación de polvo en las actividades con maquinaria y el transporte de materiales de construcción. Generación de olores resultado del uso de compuestos.	El volumen de material excavado por m ² de superficie de suelo (m ³ / m ²)	Registros de medic polvo y olores
	SUELO	EMISIONES DE RUIDO Y/O VIBRACIONES	Niveles de ruido ambiental en cada actividad constructiva o emitidos por cada fuente generadora o durante todo el periodo de la obra	Adimensional (Subjetivo)	Mediciones en cam sonometro integrad acelerómetros
		VERTIDOS DERIVADOS DEL USO Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	Uso de agentes de limpieza y aceites de tratamiento de maquinaria en el sitio de construcción.	El volumen de material excavado por m ² de superficie de suelo (m ³ / m ²) + 6E-5. Superficie (m ²)	Registros de especificaciones de maquinaria
		ALTERACION RELIEVE Y FORMAS	Agua vertida resultado de la ejecución de fundaciones - cimentaciones, techos, etc. y resultante del proceso de limpieza o vertido de otras necesidades básicas del fluido.	Cantidad de fluido tixotrópico por m ² de superficie de suelo (lt./m ²)	Registros de medic caudal y tiempo
	BIODIVERSIDAD	ELIMINACIÓN DE VEGETACIÓN	Alteración del suelo como parte sólida de la corteza terrestre.	Ocupación del sitio por m ² de superficie construida (m ² / m ²)	estudio geotécnico
		DEFORRESTACIÓN Y/O ALTERACION DEL HÁBITAT	Operaciones con eliminación de la vegetación (preparación del terreno)	Ocupación del sitio por m ² de superficie construida (m ² / m ²)	estudio geotécnico

Fuente: Fernandez (2010), "Modelo para la evaluación de la sostenibilidad en la dirección integrada de proyectos de ingeniería civil" y Gangoilels et al (2009) "Una metodología para predecir la gravedad de los impactos ambientales relacionados con el proceso de construcción de edificios de viviendas"
Elaboración: Propia



CUADRO Nº 5: Indicadores ambientales a evaluar en términos de producción limpia y sostenible (CONTINUACIÓN)

COMPONENTE AMBIENTAL	ASPECTO	INDICADOR	DESCRIPCION	UNIDAD	FUENTE	
PRODUCCION SOSTENIBLE	SOCIAL	IMPACTO VISUAL	Alteración del paisaje por la presencia de elementos singulares o acciones sobre el medio	Nº de maquinarias Ocupación del sitio m2 Subjetivo	Plan de salud y seguridad	
		RESPECTO A LA CULTURA, COSTUMBRES Y ESTETICA DEL LUGAR	Estudios del entorno y del patrimonio cultural e histórico y adecuación de la edificación al entorno	Opinión de Expertos / Valoración del Patrimonio Afectado	Diseño y Construcción	
	ECONÓMICO	INCIDENTES, ACCIDENTES Y SITUACIONES DE EMERGENCIA	Enfermedades adquiridas por los trabajadores, incendios en las zonas de almacenamiento de sustancias inflamables y combustibles, rotura de tuberías subterráneas o de recipientes con sustancias nocivas y peligrosas.	Ocupación del sitio por m2 de superficie construida (m2 / m2)	Plan de salud y seguridad	
		CONSUMO DE ELECTRICIDAD	El consumo de energía eléctrica durante el proceso de construcción	kWh/actividad; kWh	Registros de consumo reportados en las facturas de servicio de energía eléctrica	
		CONSUMO DE COMBUSTIBLE	El consumo de combustible durante el proceso de construcción	Gal/actividad; Gal/día	Registros diarios de uso de combustibles por cada una de las máquinas	
		CONSUMO DE MATERIALES E INSUMOS	Consumo de cada uno de los materiales e insumos en cada una de las actividades constructivas y/o durante todo el periodo de la obra	m3/actividad; Kg/actividad; m3/día; Kg/día	Registros diarios de consumo de materiales e insumos en cada una de las Actividades Constructivas	
		COSTO EN EL CICLO DE VIDA	Calculo del costo de construcción, explotación y mantenimiento	S/	Presupuesto/costos unitarios	
		GASTOS OCASIONADOS A LOS USUARIOS	Ampliación-reducción de tiempos de desplazamientos ocasionados a los usuarios	S/	Plan de salud y seguridad	
		RESIDUOS NO PELIGROSOS	DURANTE TRABAJOS DE EXCAVACION	Generación de residuos excavados durante los trabajos de excavación	El volumen de material excavado que termina en los vertederos por m2 de superficie de suelo (m3 / m2)	Número de veces que se llenan los depósitos temporales de residuos peligrosos o no peligrosos
			RESIDUOS REUTILIZABLES O RECICLABLES	Generación de residuos que pueden ser nuevamente reutilizables tales como puertas, ventanas, tejas, etc. Generados durante los trabajos de demolición.	Kg/actividad Kg/día	el volumen del mismo, el desarrollo de una actividad por un tiempo específico
RESIDUOS PELIGROSOS	RESIDUOS ORDINARIOS O A SER MONITOREADOS	Generación de residuos ordinarios y no especial tales como madera, plástico, metal, papel, cartón o vidrio generados durante los trabajos realizados en sitio.	Kg/actividad Kg/día			
	INTERFERENCIAS EN EL TRAFICO VIAL	Cantidad generada de residuos con características de inflamabilidad, corrosividad, reactividad, explosividad y/o toxicidad, en cada actividad constructiva y/o durante todo el periodo de la obra	Kg/actividad Kg/día			
TEMAS LOCALES	INTERFERENCIAS EN EL TRAFICO PEATONAL	La interferencia en el tráfico rodado externa debido a la obra de construcción	Número de cortes de tráfico en periodos instantáneos de tiempo	Informes del área de estudio		
		La interferencia en el tránsito peatonal externa debido a la obra de construcción	Número de cortes de tráfico en periodos instantáneos de tiempo	Informes del área de estudio		

Fuente: Fernandez (2010), "Modelo para la evaluación de la sostenibilidad en la dirección integrada de proyectos de ingeniería civil" y Gangoilets et al (2009), "Una metodología para predecir la gravedad de los impactos ambientales relacionados con el proceso de construcción de edificios de viviendas"
Elaboración: Propia

b) EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES EN LA FASE DEL PROYECTO (EXPEDIENTE TÉCNICO)

ISO 14004:2004 establece que cuando se establecieron los criterios de significación o de importancia de daño, una organización debería considerar criterios ambientales (como la escala, la intensidad y la duración del impacto, o el tipo, el tamaño y la frecuencia de un aspecto ambiental), los requisitos legales aplicables (como los límites de emisión y vertido en los permisos o regulaciones, etc) y las inquietudes de las partes interesadas internas y externas (como las relacionadas con los valores organizacionales, la imagen pública, etc.)

La evaluación de la importancia de los impactos ambientales se puede facilitar al considerar la escala espacial (área física influenciado por un aspecto medioambiental concreto), gravedad (la combinación de la cantidad, la toxicidad, el volumen afectado, superficie y la extensión temporal), la probabilidad (la probabilidad de que el suceso que causó el impacto ambiental) y la duración (persistencia) de los impactos ambientales. (Pôder, 2006).

La gravedad o importancia de un aspecto medioambiental varía con cada sitio específico de la edificación, ya que hay una correlación entre la magnitud del proyecto (cantidades y la toxicidad de los materiales involucrados, volumen afectado, o la superficie y extensión temporal) y los efectos causados. Otros criterios no dependen del proyecto de construcción; por lo tanto, pueden ser utilizados en esta primera etapa para determinar los aspectos ambientales significativos para cada proceso de construcción: la magnitud del impacto, su probabilidad de ocurrencia y su duración. (Gangoellis, et al, 2009)

Teniendo en cuenta los criterios antes mencionados, en esta investigación se utilizó la metodología propuesta por Vicente Conesa (2010), que asocia once aspectos ambientales para la determinación de la importancia del impacto, estas son; la naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad.

DETERMINACIÓN DE LA IMPORTANCIA DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.

Para la determinación de la importancia del impacto ambiental se realizara a través de una Matriz de Importancia (Matriz de Causa – Efecto), donde se identifica la Importancia del impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor o indicador ambiental considerado. (Conesa, 2010)

En esta etapa de la valoración, mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que se define como Importancia del Impacto o Índice de Incidencia.

Los elementos tipo, o casilla de cruce de la matriz, está ocupada por la valoración correspondiente a once símbolos, a los que se añade uno más que sintetiza en una cifra la importancia I del impacto, en función de los once primeros símbolos anteriores. (ANEXO N° 3: descripción del significado de los mencionados símbolos que conforman el elemento tipo de una matriz de importancia)

±	IN
EX	MO
PE	RV
SI	AC
EF	PR
MC	I

FIGURA N° 4: Situación espacial de los doce símbolos de un elemento tipo.
Fuente: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. (Conesa, 2010),

CUADRO Nº 6: Determinación de la importancia del impacto

NATURALEZA		INTENSIDAD (IN) (Grado de destrucción)	
- Impacto beneficioso	+	- Baja o mínima	1
- Impacto perjudicial	-	- Media	2
		- Alta	4
		- Muy alta	8
		- Total	12
EXTENSION (EX) (Área de Influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
- Puntual	1	- Largo plazo	1
- Parcial	2	- Medio plazo	2
- Amplio o Extenso	4	- Corto plazo	3
- Total	8	- Inmediato	4
- Crítico	(+ 4)	- Crítico	(+ 4)
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV) (Reconstrucción por medios naturales)	
- Fugaz o Efímero	1	- Corto plazo	1
- Momentáneo	1	- Medio plazo	2
- Temporal o Transitorio	2	- Largo plazo	3
- Persistente	3	- Irreversible	4
- Permanente y Constante	4		
SINERGIA (SI) (Potenciación de la manifestación)		ACUMULACION (AC) (Incremento progresivo)	
- Sin sinergismo o Simple	1	- Simple	1
- Sinergismo moderado	2	- Acumulativo	4
- Muy sinérgico	4		
EFEECTO (EF) (Relación causa - efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
- Indirecto o Secundario	1	- Irregular (Aperiódico y Esporádico)	1
- Directo o Primario	4	- Periódico o de Regularidad Intermitente	2
		- Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I) (Grado de manifestación cualitativa del efecto)	
- Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm [3 IN + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
- Recuperable a corto plazo	2		
- Recuperable a medio plazo	3		
- Recuperable a largo plazo	4		
- Mitigable, sustituible y compensable	4		
- Irrecuperable	8		

Fuente: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. (Conesa, 2010),

La importancia del impacto, es decir, la importancia del efecto de una acción sobre el factor ambiental, es la estimación del impacto en base al grado de manifestación cualitativa del efecto. No debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el siguiente modelo propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados anteriormente:

$$I = \pm [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Donde:

IN = Intensidad	AC = Acumulación
EX = Extensión	EF = Efecto
MO = Momento	PR = Periodicidad
PE = Persistencia	MC = Recuperabilidad
RV = Reversibilidad	I = Importancia (grado de manifestación cualitativa)
SI = Sinergia	

La importancia del impacto calculado con la anterior ecuación puede tomar valores entre 13 y 100.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son *irrelevantes*. Los impactos *moderados* presentan una importancia entre 25 y 50. Finalmente, los impactos se consideran *severos* cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y *críticos* cuando el valor sea superior a 75 puntos.

Es muy importante señalar que, al igual que sucede con los valores de los distintos símbolos (intensidad, efecto, extensión, momento, etc), los valores de las cuadrículas (elemento tipo) de una matriz no son comparables, pero sí lo son cuadrículas y símbolos que ocupen lugares equivalentes en matrices que reflejen resultados de alternativas de un mismo proyecto, o previsiones de estado de situación ambiental consecuencia de la introducción de medidas correctoras. (Conesa, 2010)

3.6. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Luego de la obtención de datos se procedió a realizar lo siguiente:

- Se organizó la información obtenida mediante las guías que observación (hojas de campo) los cuales permitieron identificar la problemática ambiental preliminar que los procesos constructivos convencionales tendrán durante la ejecución de los cuatro proyectos (muestra). (ver ANEXO N° 4)
- Se codificó y organizó toda la información obtenida durante la etapa de pre – construcción de los proyectos (Expediente Técnico) mediante el análisis documental. (Especificaciones técnicas, planos, metrados, análisis de precios unitarios, presupuesto)
- Se vació la información en una base de datos, para luego jerarquizar el proceso que se divide en etapas del presupuesto: Estructuras, Arquitectura, Instalaciones sanitarias e Instalaciones eléctricas y mecánicas, estas a su vez se han dividido en procesos más pequeños, de cada uno de los productos o servicios que conforman el presupuesto de los cuatro proyectos (partidas de primer, segundo y tercer orden).
- Se determinó la importancia del impacto ambiental a través de una Matriz de Importancia (Matriz de Causa – Efecto) (Ver ANEXO N° 8), donde se identifica la Importancia del impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad o partida sobre un factor o indicador ambiental considerado. Donde los elementos tipo, o casilla de cruce de la matriz, está ocupada por la valoración correspondiente a once símbolos, a los que se añade uno más que sintetiza en una cifra la importancia I del impacto, en función de los once primeros símbolos anteriores.
- Se analizó e interpretó los datos obtenidos de la matriz para cada uno de los proyectos, para agruparlos mediante la calificación cualitativa obtenida en la matriz de importancia.

3.7. TRATAMIENTO ESTADISTICO.

Para la presente investigación se utilizó la estadística descriptiva.

- a. Datos categóricos o cualitativos.** Las variables categóricas resultan de registrar la presencia de un atributo, las categorías de una variable cualitativa deben ser definidas claramente durante la etapa del diseño de investigación y deben ser mutuamente excluyentes y exhaustivas. Esto significa que cada unidad de observación debe ser clasificada sin ambigüedad en una sola de las categorías posibles y que existe una categoría para clasificar a todo individuo. (Orellana, 2001)
- b. Tabla de frecuencias para datos no agrupados:** El modo más simple de presentar datos categóricos es por medio de una tabla de frecuencias. Esta tabla indica el número de unidades de análisis que caen en cada una de las clases de la variable cualitativa. La representación gráfica de una distribución de frecuencias puede realizarse a través de un gráfico de barras o de un gráfico de tortas. (Orellana, 2001)

$$f = \frac{X}{N} \times 100$$

DONDE:

f = frecuencia

X = Valoración de la Importancia

N = Número total de datos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

En este capítulo se presentan los principales resultados de la investigación, en los cuales se identifica la incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO, y los impactos ambientales que generan estos con relación a una producción limpia y sostenible evaluados a través de indicadores, generados estos en una matriz de causa – efecto (MATRIZ DE IMPORTANCIA) el cual nos permitió obtener una valoración cualitativa de la importancia de los impactos y determinar las incidencias derivadas de la ejecución de los proyectos en edificaciones de la UNA – PUNO, una vez identificado las acciones clasificados en etapas de proceso del presupuesto (Estructuras, Arquitectura, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Eléctricas y Mecánicas), estos a su vez divididos en procesos más pequeños (partidas) y los factores del medio con relación a una producción limpia y sostenible que serán impactados. (ANEXO N° 8: Matriz de importancia para la muestra de estudio). De los cuales se agrupan por objetivos que persigue la investigación, (Vara, 2010) como se muestra a continuación:

4.1.1. Procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – Puno, que inciden directamente en daños ambientales.

A continuación se presentan las figuras y cuadros que muestran las incidencias de impactos generados por los procesos constructivos convencionales, las puntuaciones fueron obtenidas por conteo de las valoraciones cualitativas recogidas de la matriz de importancia para las etapas del proceso del

presupuesto; Estructuras, Arquitectura, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Eléctricas y Mecánicas

CUADRO N° 7: Resumen de puntuaciones obtenidas de la muestra para las etapas del proceso del presupuesto.

ESCALA CUALITATIVA	ESTRUCTURAS	ARQUITECTURA	I. SANITARIAS	I. ELECTRICAS Y MECÁNICAS
CRITICO	18	0	0	0
SEVERO	202	93	4	5
MODERADO	248	222	64	37
IRRELEVANTE	78	53	18	10
BENEFICIOSO	5	32	0	0

Fuente: Base de datos de la muestra (Matriz de Importancia – ANEXO 8)

Elaboración: Propia

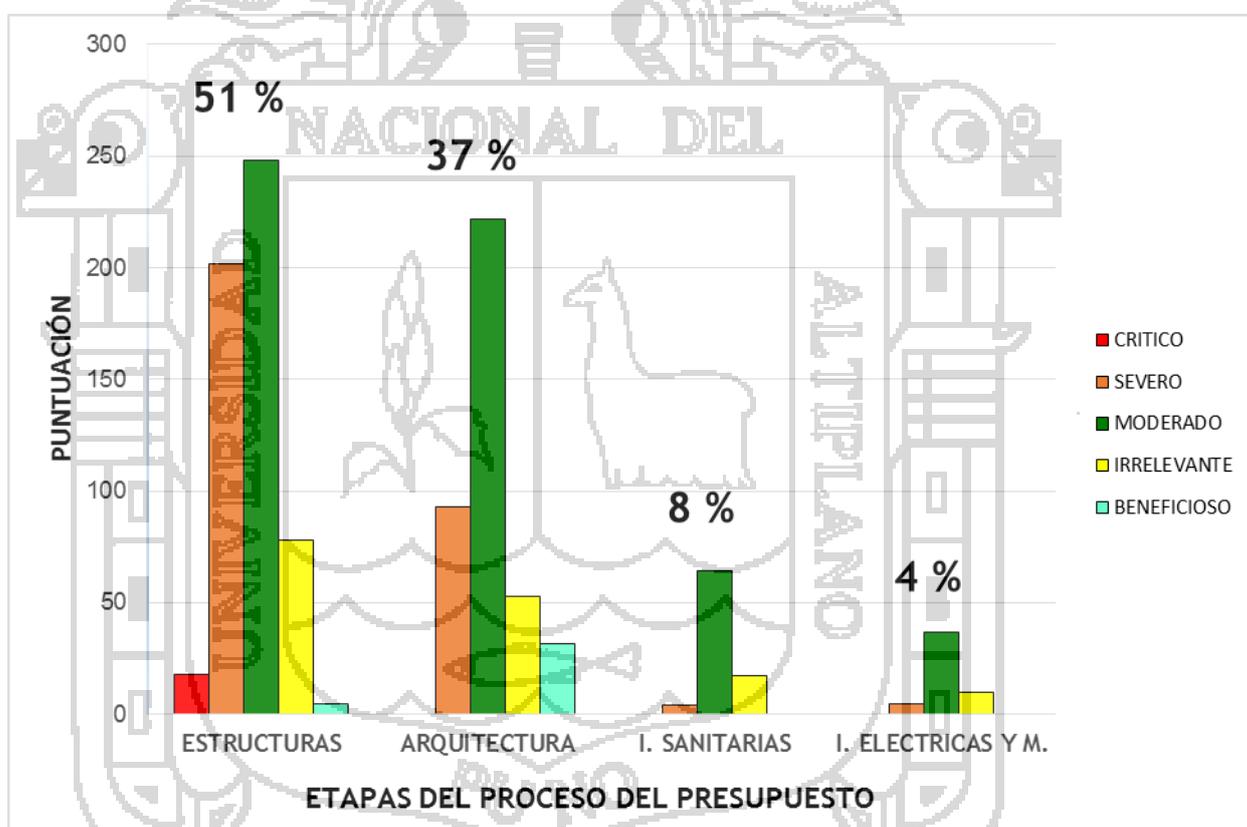


FIGURA N° 6: Incidencia de impactos por conteo para cada área que compone el proyecto de edificaciones

Fuente: Base de datos de la muestra (Matriz de Importancia – ANEXO 8)

Elaboración: Propia

Como se muestra en la Figura N° 6 y el Cuadro N° 7, para las frecuencias observadas en cada área de la muestra, se encuentra que el área de Estructuras alcanza el más alto índice de incidencia, con un porcentaje de 51%, con

puntuaciones de importancia de impacto *crítico* (18) y *severo* (202), lo cual demuestra que tiene una incidencia directa en daños ambientales. Así mismo se puede observar que el área de Arquitectura alcanza un índice de incidencia de 37% con puntuaciones de importancia de impacto *severo* (93), complementando ésta el área de Instalaciones Sanitarias con un 8% e Instalaciones Eléctricas y Mecánicas con un 4%.

Para la toma de una mejor decisión, que divididos éstas áreas de etapas del presupuesto en procesos más pequeños, es decir partidas que componen el proyecto de edificaciones, todas las partidas generan impactos ya sean en proporciones grandes o pequeñas, (Cuadro N° 9), estas se agruparon en una tabla de distribución de frecuencias agrupándolas en clases de igual amplitud (Mata, 2004), y calificadas mediante una escala de valoración propuesta por Gangoells, et al (2009).

CUADRO N° 8: Tabla de distribución de frecuencias agrupadas en clases de igual amplitud para las partidas que componen el proyecto de Edificaciones.

Rango (R)	Intervalo (K)	Amplitud (A)				
$V_{max} - V_{min}$		$A = R/K$	Li = Límite inferior			
21.90 - 0.21	3	7.23	Ls = Límite superior			
21.68		8	fi = Frecuencia Absoluta			

N°	Intervalos	Grado de Incidencia	Li	Ls	fi	Descripción
1		Marginalmente significativo	[0.21	- 8.21	> 22	Resto de Partidas
2		Significativo	[8.21	- 16.21	> 1	Obras de Concreto Simple
3		Muy significativo	[16.21	- 24.21	> 1	Obras de Concreto Armado
			Total		24	

Fuente: Elaboración propia

Según se observa el Cuadro N° 8, la partida de Obras de Concreto Armado obtuvo un grado de incidencia *muy significativo* con una 21.90%, lo cual demuestra que tiene una mayor incidencia en daños ambientales, seguido de Obras de Concreto Simple con un 11.12 % con un grado de incidencia *significativo*, ambos pertenecientes al área de Estructuras y el resto de partidas alcanzan un grado de incidencia *marginalmente significativo* siendo el menor de ellos la partida de Cerrajería que obtiene un porcentaje del 0.21%.

CUADRO N° 9: Incidencias de impacto ambiental debido a cada partida que compone el proyecto de edificaciones

SIMBOLO	PARTIDAS DE EJECUCION DE OBRAS	ÍNDICE DE INCIDENCIA DE IMPACTOS (%)	DESCRIPCION		
E6	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	21.90	Incide en un	21.90%	del total de daños ambientales
E5	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	11.12	Incide en un	11.12%	del total de daños ambientales
E4	MOVIMIENTO DE TIERRAS	8.10	Incide en un	8.10%	del total de daños ambientales
IS	INSTALACIONES SANITARIAS	7.89	Incide en un	7.89%	del total de daños ambientales
A2	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS	7.85	Incide en un	7.85%	del total de daños ambientales
A4	PISOS Y PAVIMENTOS	6.91	Incide en un	6.91%	del total de daños ambientales
IEM	INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS	4.43	Incide en un	4.43%	del total de daños ambientales
A6	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS	3.77	Incide en un	3.77%	del total de daños ambientales
A7	REVESTIMIENTOS	3.60	Incide en un	3.60%	del total de daños ambientales
E2	TRABAJOS PRELIMINARES	3.22	Incide en un	3.22%	del total de daños ambientales
E1	OBRAS E INSTALACIONES PROVISIONALES	2.69	Incide en un	2.69%	del total de daños ambientales
A10	CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA	2.57	Incide en un	2.57%	del total de daños ambientales
A13	PINTURA	2.47	Incide en un	2.47%	del total de daños ambientales
E8	VARIOS	2.36	Incide en un	2.36%	del total de daños ambientales
A3	CIELORRASOS	2.25	Incide en un	2.25%	del total de daños ambientales
A14	VARIOS, LIMPIEZA Y JARDINERIA	1.71	Incide en un	1.71%	del total de daños ambientales
A1	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	1.47	Incide en un	1.47%	del total de daños ambientales
A8	CARPINTERIA DE MADERA	1.23	Incide en un	1.23%	del total de daños ambientales
A5	VEREDAS	1.15	Incide en un	1.15%	del total de daños ambientales
E7	ESTRUCTURAS METALICAS Y COBERTURAS	1.08	Incide en un	1.08%	del total de daños ambientales
A9	CARPINTERIA DE MELAMINA	0.92	Incide en un	0.92%	del total de daños ambientales
A12	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES	0.69	Incide en un	0.69%	del total de daños ambientales
E3	SALUD Y SEGURIDAD	0.42	Incide en un	0.42%	del total de daños ambientales
A11	CERRAJERIA	0.21	Incide en un	0.21%	del total de daños ambientales

Fuente: Base de datos de la muestra (Matriz de Importancia - ANEXO 8)

Elaboración: Propia

Al respecto, la Figura N° 7, nos muestra que existe una brecha en porcentaje considerable de la partida de Obras de Concreto Armado con el resto de las

partidas que componen el proyecto, esto se debe a que el material predominante en una edificación es el Concreto Armado, además nos muestra que durante la ejecución de edificaciones de la UNA – PUNO, en obras de tipo convencional o tradicional se generaran impactos significativos debido a que la producción del concreto, armadura de acero y el encofrado, todo es en obra, generándose así mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero debido al equipo y maquinaria de construcción y el movimiento de los vehículos para el traslado y acarreo de material originando así tiempos prolongados de emisiones de polvo, ruido y vibraciones, aspectos ambientales que fueron considerados en la evaluación gracias a los indicadores evaluados en la matriz de importancia, sumado a esto el consumo de grandes cantidades de energía ya sea eléctrica o por los combustibles fósiles. Así mismo, la generación de residuos en grandes cantidades, y en lo social mayor riesgo en que ocurran incidentes, accidentes y situaciones de emergencia para los trabajadores.

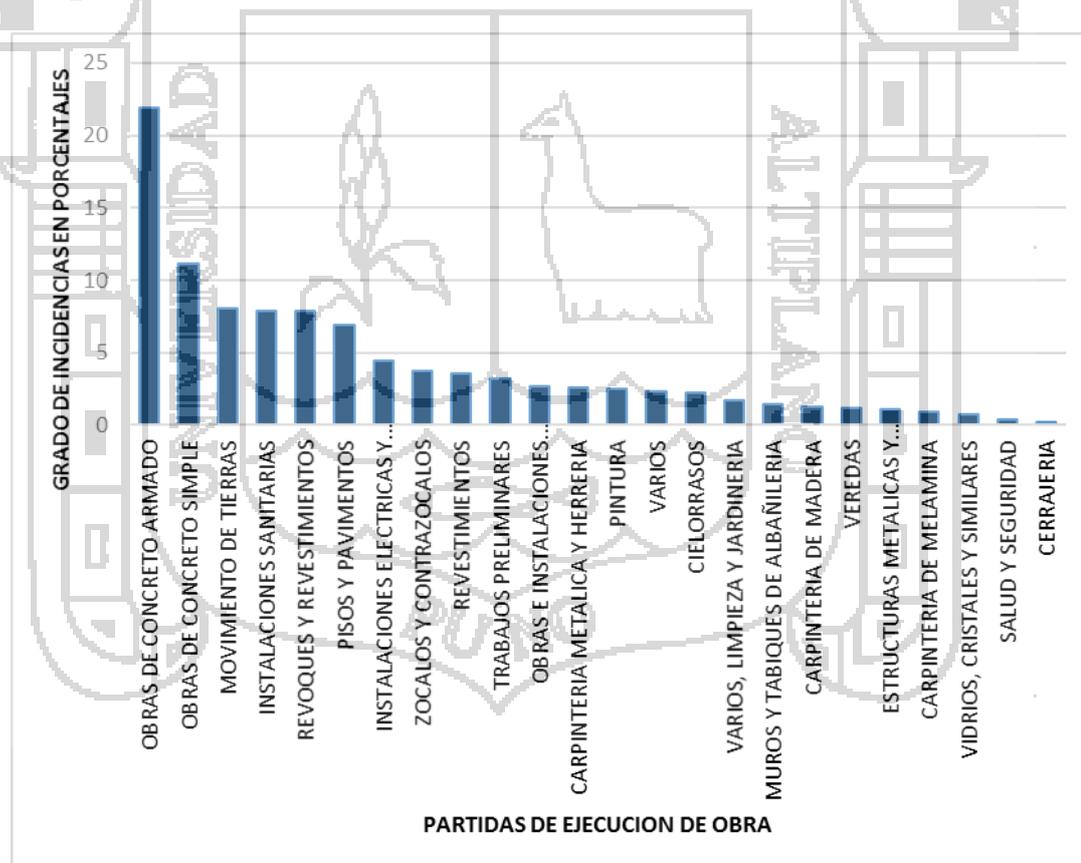


FIGURA Nº 7: Incidencias de impacto ambiental debido a cada partida que compone el proyecto de edificaciones

Fuente: Base de datos de la muestra

Elaboración: Propia

4.1.2. Incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO, con relación a una Producción Limpia.

La Figura N° 8 nos muestra, la incidencia que tienen los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA-PUNO, con relación a una producción limpia orientados a los procesos, en cuanto a la generación de residuos e interferencias de tránsito y tráfico vial, donde se observa que durante la ejecución del proyecto se darán las siguientes incidencias:

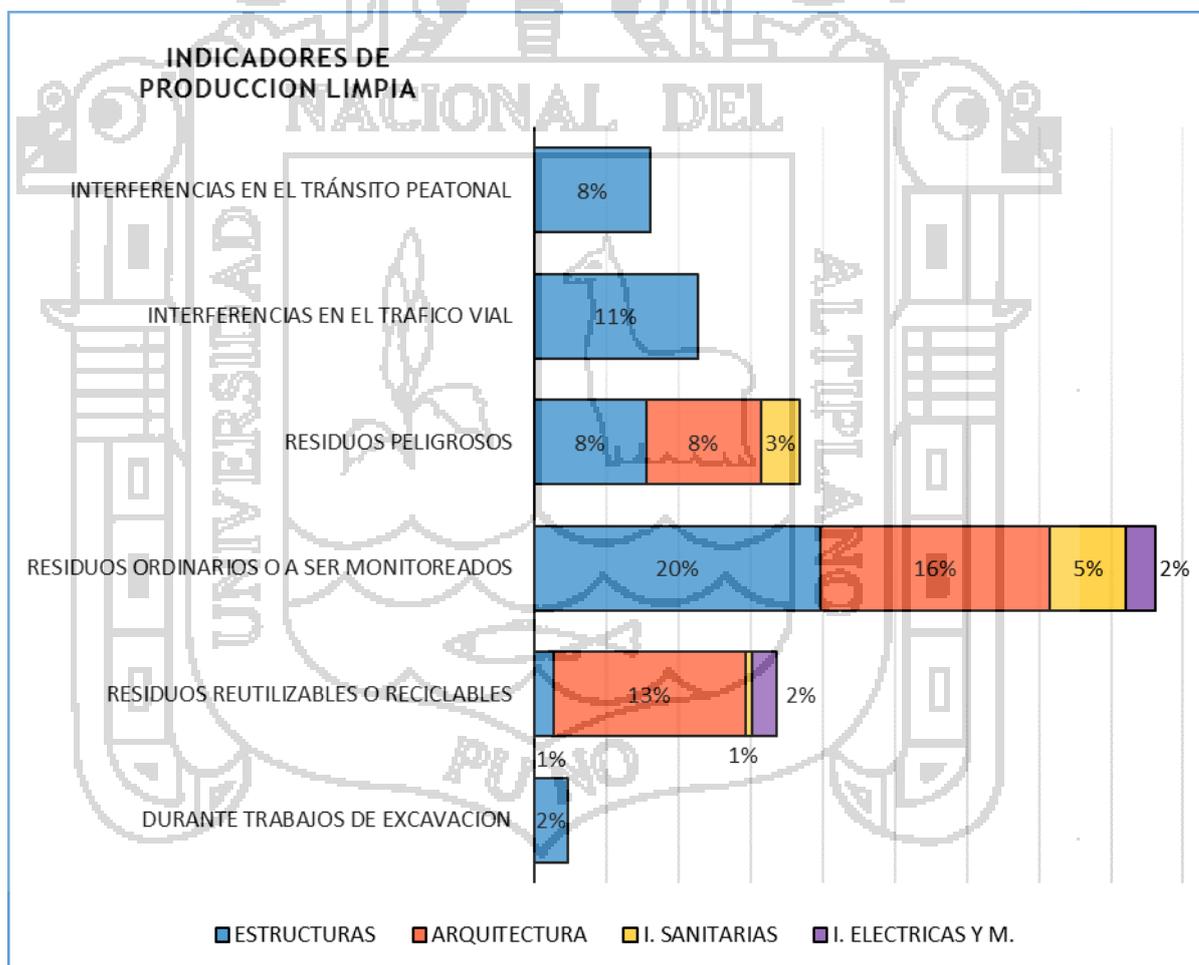


FIGURA N° 8: Incidencia de los porcentajes acumulados para las cuatro áreas del proceso constructivo convencional frente a una producción limpia

Fuente: Base de datos de la muestra (Matriz de Importancia– ANEXO 8)

Elaboración: Propia

Que, en las cuatro áreas se van a generar un alto porcentaje de residuos no peligrosos denominados como *residuos ordinarios o a ser monitoreados*, siendo el mayor en el área de Estructuras 20% residuos tales como; ladrillos de arcillas, madera, metales, agregado, concreto, papel, cartones, etc. Evaluados conforme a la descripción del Reglamento para la gestión de residuos sólidos de la construcción y demolición, publicado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Ver Anexo N° 6),

Seguido también de un porcentaje de *Residuos Peligrosos* que se van a generar durante la ejecución del proyecto con un total de 11%, tales como; filtros de aceite, envases de lubricantes, restos de PVC, restos de cerámico, etc. Evaluados de acuerdo a la descripción del anexo N° 7, para residuos peligrosos. Lo que implica un alto nivel de impactos debido a su disposición final en vertederos ilegales y la no clasificación de estos residuos.

Del mismo modo, también se van a generar residuos denominados reutilizables o reciclables, lo cual representa el 17% del total, siendo en el área de Arquitectura la mayor generación de estos residuos con un 13%.

Los residuos generados durante los trabajos de excavación, alcanzan un porcentaje de 2% lo cual demuestra que tiene el menor porcentaje en daños ambientales respecto a una producción limpia. Así mismo, se observa que el 11 % de incidencia corresponde a las interferencias en el tráfico vial producto del movimiento de maquinaria y vehículos pesados durante la ejecución del proyecto y 8% corresponde a interferencias en el tránsito peatonal que generará la ejecución del proyecto.

4.1.3. Incidencia de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO, con relación a una Producción Sostenible.

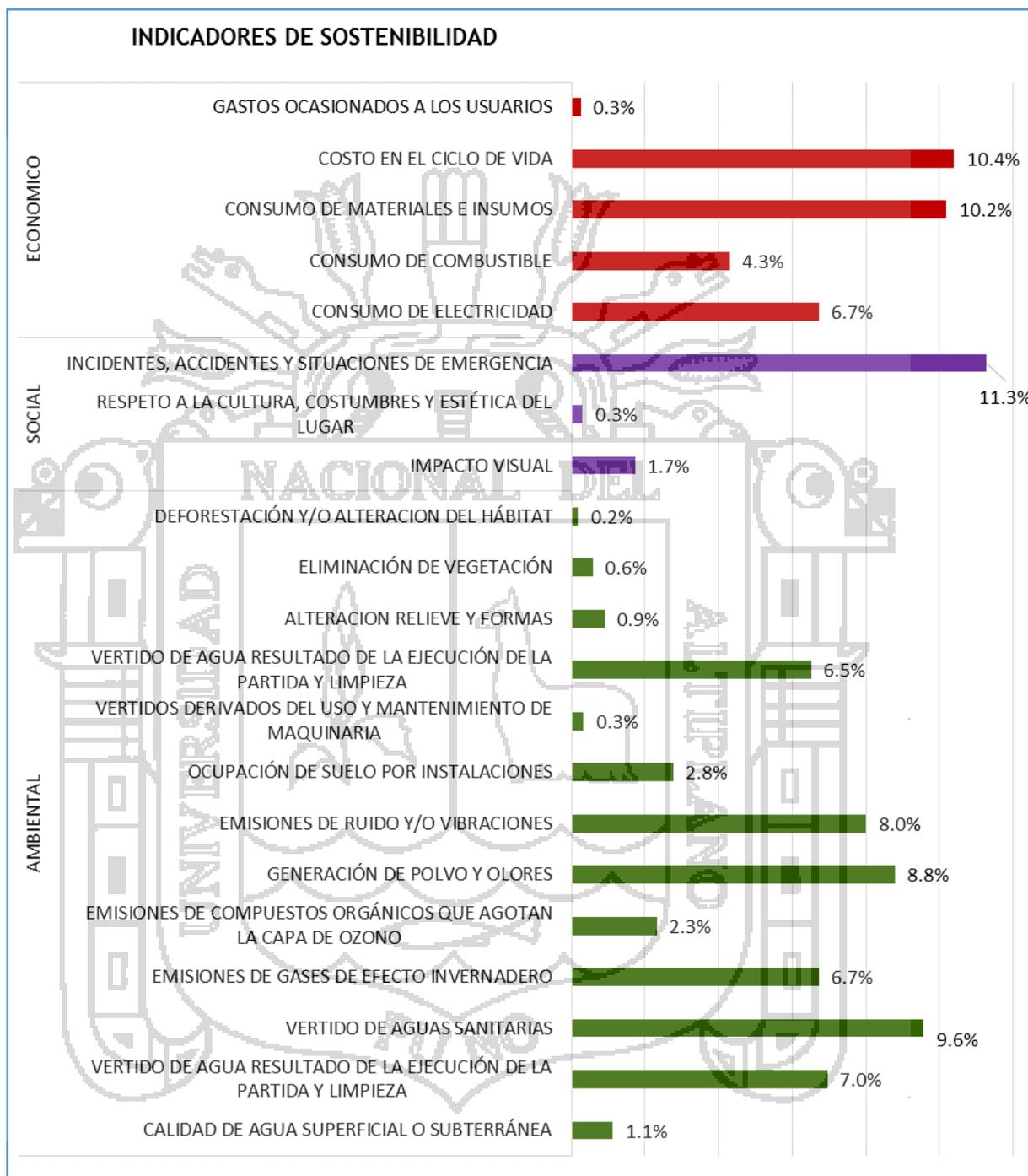


FIGURA Nº 9: Incidencia de los procesos constructivos frente a una Producción Sostenible.
Fuente: Base de datos de la muestra (Matriz de Importancia– ANEXO 8)
Elaboración: Propia

La Figura N° 9, nos muestra los resultados obtenidos en porcentajes de la incidencia de los procesos constructivos convencionales de edificaciones de la UNA - PUNO con relación a una Producción Sostenible, los cuales fueron clasificados en los tres pilares de la sostenibilidad; Ambiental, Social y Económico.

Para la toma de una mejor decisión, estos indicadores se agruparon en una tabla de distribución de frecuencias agrupándolas en clases de igual amplitud de acuerdo a los porcentajes obtenidos (Mata, 2004), y calificadas mediante una escala de valoración propuesta por Gangoellis, et al (2009).

CUADRO N° 10: Tabla de distribución de frecuencias agrupadas en clases de igual amplitud para los indicadores de con relación a una producción sostenible.

Rango (R)	Intervalo (K)	Amplitud (A)
$V_{max} - V_{min}$		$A = R/K$
11.3 - 0.2	3	3.7
11.1		4

Li = Límite inferior
 Ls = Límite superior
 fi = Frecuencia Absoluta

N° Intervalos	Grado de Incidencia	Li	Ls	fi
1	Marginalmente significativo	[0.2 -	4.2 >	10
2	Significativo	[4.2 -	8.2 >	6
3	Muy significativo	[8.2 -	12.2 >	5
Total				21

Fuente: Elaboración propia

De la Figura N° 9 y el Cuadro N° 10 se puede observar que un proceso constructivo convencional en edificaciones de la UNA – PUNO, afecta a 10 indicadores de sostenibilidad dentro de una escala de valoración de *marginalmente significativo*. Así mismo, se observa que 6 indicadores como *significativo* y 5 indicadores como *muy significativo*.

En lo Ambiental; se generan mayor cantidad de Vertidos de aguas sanitarias alcanzando un total de 9.6 %.

En lo Social; un 11.3 % pertenece a los incidentes, accidentes y situaciones de emergencia que pudieran haber dentro de un proceso constructivos convencional de la UNA – Puno.

En lo Económico; existe un alto costo en el ciclo de vida alcanzando un 10.4% del total del proyecto.

Los cuales deberán ser considerados de acuerdo al grado de incidencia dentro de un plan de manejo ambiental.

4.2. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Es importante remarcar que los niveles de fiabilidad por consistencia interna y validez de constructo del instrumento utilizado han sido óptimos, los cuales dan garantía para el presente estudio.

Según lo hallado en la presente investigación, se ha demostrado que los procesos constructivos en edificaciones de la UNA – PUNO, inciden en la generación de daños ambientales con relación a una producción limpia y sostenible. En un principio se identificaron los aspectos ambientales relacionados con el proceso constructivo convencional con un enfoque orientado a la producción limpia y sostenible mediante un desarrollo de Indicadores para luego realizar la evaluación de los aspectos ambientales en la fase del proyecto (expediente Técnico) y de esta forma determinar la importancia de impacto ambiental del proyecto de construcción. Esta división fue una adaptación de la propuesta metodológica adoptada por Gangoellis et al (2009), según su “metodología para predecir la gravedad de impactos ambientales relacionados con el proceso de construcción de edificios residenciales” y una “adaptación al modelo para la evaluación de la sostenibilidad de proyectos de Ingeniería Civil” utilizado por Fernández (2010),

4.2.1. Procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – Puno, que inciden directamente en daños ambientales.

En cuanto a los resultados obtenidos, en el caso de los procesos que inciden directamente en daños ambientales, muestra que dentro del área de Estructuras, la partida de Obras de Concreto Armado obtuvo un impacto muy significativo, producto de mayores puntuaciones de impacto ambiental, debido a que la producción del concreto, armadura de acero y el encofrado, en otros todo es en obra, Por su parte Gangoellis, et al (2009) en su investigación encontró que la generación de emisiones de gases de efecto invernadero debido a la maquinaria

de construcción y los movimientos de los vehículos tuvo un impacto muy significativo. Para lo cual sugiere que se establezca un procedimiento medioambiental para revisar las etiquetas de calidad de los equipos de construcción, maquinaria y vehículos obligatoriamente.

Según Gangoells et al (2009), esto desmerece la calidad de la obra que tradicionalmente se mide en términos de tiempo, costo y calidad y no incluyendo el medio ambiente considerado últimamente como la cuarta dimensión y esto se debe a la falta de apoyo tecnológico, capacitación del personal, la experiencia y un aumento en los costos administrativos que supondrá aplicar un SGA sin beneficios tangibles.

Por otro lado, Ding (2008), considera que para una edificación sostenible, se debe tener en cuenta el tipo de material de construcción utilizado para minimizar el impacto ambiental, dándonos a entender el cambio en los sistemas para el empleo de materiales de alta tecnología, es decir materiales ecológicos, reutilizables, no contaminantes y con baja energía embebida lo cual también confirma la posición que asume Álvarez (2003).

Casas (2013) al respecto menciona que se deben incorporar materias primas o materiales que no provengan de ecosistemas sensibles para ello buscar materiales sustitutos a los tradicionales, estudiar nuevas tecnologías con respecto a estos para que exista una amplia gama a la hora de la elección, pero siempre poniendo atención a que estos no sean perjudiciales para quienes lo manipulan y usuarios. Usar materiales que sean de larga vida útil, que posteriormente se puedan reciclar.

Por lo tanto, se puede afirmar, que los procesos constructivos convencionales o tradicionales y de alta tecnología o mejorados están relacionados con una producción limpia y sostenible, los cuales se diferencian claramente en los aspectos técnicos que directamente intervienen en la ejecución de una obra como el personal obrero, equipos y herramientas, materiales e insumos y elementos prefabricados. En el Cuadro N° 11 se muestran estas diferencias.

CUADRO N° 11: Características que diferencian una construcción convencional de uno tecnificado o mejorado según una producción limpia y sostenible

CARACTERISTICA	CONSTRUCCION CONVENCIONAL O TRADICIONAL	CONSTRUCCION LIMPIA Y SOSTENIBLE
Lugar	En cualquier lugar	Se analiza detalladamente el terreno y el clima del lugar. Cada edificación tiene una orientación específica.
Desechos	Se produce gran cantidad de escombros y desechos plásticos que no se reciclan	Casi todos los materiales se reutilizan.
Elementos prefabricados	Elementos estructurales producidos a pie de obra, con la producción de concreto, acero estructural, encofrados, muros, etc.	Producción de concreto fuera de obra, acero estructural preparado en fábrica según planos, encofrados metálicos, muros prefabricados
Cimientos	Losa de hormigón armado y cemento gris, que pueden contener partículas tóxicas.	Biohormigón con cal, barras de acero galvanizado o de fibras sintéticas, entre otros.
Sistema de saneamiento	Tubos de PVC y pegamentos tóxicos.	Tubos de polipropileno y tubos cerámicos.
Baños	Inodoros con un consumo de agua de 8 o más litros por descarga.	Inodoros que reducen el consumo de agua a la mitad, o menos de lo que gastan los tradicionales. También se pueden adaptar sistemas de reutilización de aguas.
Energía eléctrica	Se utilizan energías no renovables.	Se intenta producir el total o una parte de la energía que se utiliza, con métodos limpios como paneles solares u otros. En las casas y edificios se instalan electrodomésticos de bajo consumo eléctrico.
Acabados	Ventanas y puertas de PVC, aluminio, hierro o madera.	Madera con sellos de responsabilidad ambiental.
Agua potable y de lluvia	Ninguna tecnología para evitar el despilfarro. Canalización sin aprovechamiento.	Aparatos ahorradores. Cisternas de almacenamiento. Utilización directa en lavadoras, inodoros y riego.
Pinturas	Químicas.	Naturales.
Personal	No se capacita al personal para el cumplimiento de sus tareas	Se capacita al personal obrero constantemente sobre cumplimiento de sus tareas y su seguridad
Equipos y Herramientas	Los equipos y herramientas no son modernos y no garantizan el rendimiento	Equipos y herramientas modernos y adecuados que garantizan el rendimiento y calidad de los trabajos programados

Fuente: (Ecohabitar, 2012) “Vivienda y construcción sostenible” y Alfredo Serpell B. “Productividad en la construcción”
Elaboración: Propia

4.2.2. Procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO, con relación a una Producción Limpia.

Esta caracterización y cuantificación en porcentajes según su incidencia de los residuos sólidos de la construcción en obras de tipo convencional o tradicional, nos permite identificar oportunidades de gestión en función de las características inherentes de cada residuo, los cuales permiten una planificación de estrategias y de gestión de residuos sólidos y de esta forma la protección del medio ambiente.

CUADRO N° 12: Comparación de los resultados de aportes de residuos dadas en porcentajes

Resultados Muñoz, et al (2011) (%)		Resultados de la Investigación (%)	
Obra Gruesa	41	Estructuras	39
Etapas de Terminaciones	56	Arquitectura	46
Instalaciones Domiciliarias	2.3	Instalaciones Sanitarias	11
Instalaciones Eléctricas	0.7	Instalaciones Eléctricas	5

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 12 muestra una comparación de los resultados obtenidos en la presente investigación con los Muñoz, et al (2011), los cuales nos demuestran que el área de Arquitectura en general aporta más en cuanto a la generación de residuos sólidos ya sean estos peligrosos o no peligrosos.

Además, dentro de un proceso constructivo convencional, los *residuos ordinarios o a ser monitoreados* (Ladrillo, madera, concreto, acero, etc.) son lo que se generan en mayor cantidad y comparando estos resultados con los de Muñoz, et al (2011) la madera (en todas sus formas), es el residuo que se genera en mayor cantidad alcanzando esta un 46 % del total de estos residuos generados en la etapa de obra gruesa (en nuestra investigación área de Estructuras).

Así mismo, en cuanto a la generación de residuos denominados peligrosos se obtuvo un porcentaje del 21%, además, al comparar estos resultados con los de Muñoz, et al (2011) que alcanza un porcentaje del 19%, ante esto menciona, los impactos significativos que pudieran generarse ya que estos habitualmente no son gestionados adecuadamente teniendo presente las características de peligrosidad siendo dispuestos en vertederos como parte de los residuos de la construcción.

También, se determinó que una importante cantidad de los residuos generados tienen posibilidades de reutilización o reciclados (17%), y Muñoz et al (2011) que obtuvo en su investigación un (32%) asume que indudablemente puede significar un beneficio económico para la empresa debido a disminución en los costos de gestión (transporte y disposición) y disminución en el uso de materias primas e insumos.

También, Muñoz et al (2011) determinó un índice de generación de residuos de 0.14 m³ de desmonte / m² construido o techado, Por su parte Galarza (2011) en

su investigación menciona que la universidad politécnica de Hong Kong determinó un valor promedio para los residuos de construcción generados por las obras. Este índice es de 0.10 m³ de desmonte por cada m² techado, entre las 13 obras analizadas por esta institución se obtuvieron valores que oscilaban entre los 0.07 m³/m² y los 0.15 m³/m². Estos índices permiten estimar los requerimientos de espacios o áreas dentro del proyecto para su disposición y evaluación de una posibilidad de reutilización y reciclaje de estos residuos.

Gangoellis et al (2009), sugiere llevar a cabo procedimientos de gestión de residuos, como la minimización de residuos, el reciclaje y la reutilización, el manejo de residuos peligrosos y la transferencia de las funciones de gestión de residuos a terceros.

Así mismo, también se puede notar que un proceso constructivo convencional tendrá interferencias en el tráfico vial producto del movimiento de maquinaria y vehículos pesados durante la ejecución del proyecto, así como interferencias en el tránsito peatonal que se generará durante la ejecución del proyecto, por su parte Gangoellis et al (2009), en su investigación encontró, que también se generó, suciedad de las entradas de obras de construcción y el aumento en el tráfico vial externo considerándose en su valoración como impactos muy significativos. Para lo cual sugiere que se establezcan otros procedimientos ambientales para minimizar esta suciedad, para mantener los vehículos y utilizar láminas impermeables cuando los vehículos salgan del sitio de transporte de cargas de materiales polvorientos.

4.2.3. Procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO, con relación a una Producción Sostenible.

De los resultados obtenidos para una producción sostenible en edificaciones, cada grado de incidencia sobre un aspecto o indicador ambiental debe ser considerado dentro de un plan de manejo ambiental de acuerdo al porcentaje obtenido.

Sin embargo, si comparamos estos resultados basados en estándares internacionales que publica en su investigación la Sociedad Pública de Gestión

Ambiental del gobierno Vasco, (IHOBE, 2010) para medir la sostenibilidad en la edificación, (CUADRO N° 13). Estándares tales como la adaptación de la Edificación al entorno, consumo de energía, emisiones de gases y consumo de materiales, de los cuales los principales estándares son los que se centran fundamentalmente en el aspecto energético, es decir consumo de energía y la reducción de emisiones de gases, nuestra calificación sería *no cumple* con los requisitos de sostenibilidad, porque en nuestra investigación se encontró porcentajes considerables de consumo de energía y emisiones de gases.

CUADRO N° 13: Comparación de los resultados obtenidos con los estándares internacionales relacionados con la sostenibilidad en la Edificación.

Estándares Internacionales para una edificación sostenible	Programas o estrategias	Indicadores de Sostenibilidad en la Investigación	Grado de incidencia en la Investigación
Adaptación de la Edificación al entorno	---	Respeto a la cultura, costumbres y estética del lugar	0.3 %
Consumo de energía	-PASSIVHAUS STANDARD: Bajo consumo energético de una edificación. -LOW-ENERGY BUILDINGS: Edificios con balance de consumo energético cero	Consumo de combustible	4.3 %
		Consumo de electricidad	6.7 %
Emisiones de gases	-ZERO CARBON BUILDINGS O ZERO EMISSIONS: Drástica reducción de las emisiones de CO2. -NFFB: Edificios sin consumo de combustibles fósiles	Emisiones de Gases de efecto invernadero	6.7 %
		Emisiones de compuestos que agotan la capa de ozono	2.3 %
Consumo de materiales	---	Consumo de materiales e insumos	10.2 %

Fuente: Sociedad Pública de Gestión Ambiental del gobierno Vasco, ¿Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?, (IHOBE, 2010) y Base de datos de la muestra (Matriz de Importancia)

Elaboración: Propia

Por lo tanto, se puede afirmar que un proceso constructivo convencional o tradicional no cumple con los requisitos de sostenibilidad comparados con estándares internacionales, y esto se debe a que dentro del proyecto no se aplican programas o estrategias de desempeño ambiental, y frente a esto, en su documento “Definición de Viviendas zero-carbon y Edificios no domésticos”, el

Gobierno británico propone un sistema de jerarquía propuesta para la creación de edificios “zero-carbon”, basado en las siguientes estrategias:

- Construcción de viviendas o edificios con altos niveles de eficiencia energética
- Reducción de las emisiones de carbono a través de la eficiencia energética, de la generación de energía in situ y suministro directo de calor procedente de fuentes renovables o con bajas emisiones asociadas.
- Selección entre una serie de soluciones externas para compensar el resto de las emisiones del edificio.

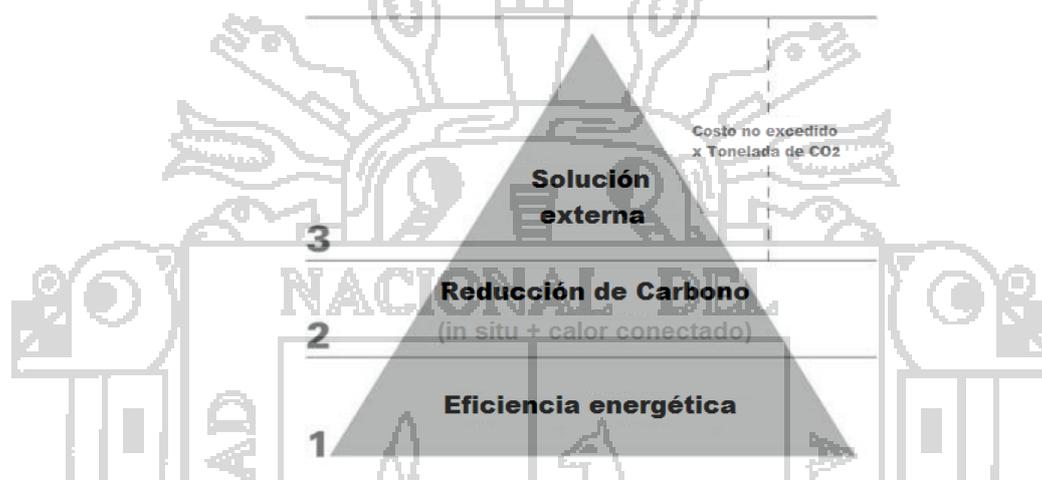


FIGURA Nº 10: Estrategia para la creación de edificios “ZERO - CARBON”
Fuente: Sociedad Pública de Gestión Ambiental del gobierno Vasco, (IHOBE, 2010) ¿Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?

Además, según los estudios del Consejo de Construcción Sostenible de Estados Unidos USGBC (por sus siglas en inglés: United States Green Building Council), los beneficios de construir un edificio de alto desempeño no sólo se reflejan en el medio ambiente y en sus ocupantes, sino también a nivel económico con ahorros a mediano y largo plazo ya que un edificio verde o sostenible puede alcanzar ahorros en energía eléctrica entre 25 - 50%, y un 40% de ahorro en consumo de agua potable. Estos ahorros representan un aumento en el retorno de la inversión de un 6.6%, con reducción en los costos de operación de 8 - 9%. Un edificio verde o sostenible también es la decisión correcta desde el punto de vista financiero. Si bien el costo inicial de diseñar y construir un edificio sostenible puede aumentar entre un 2 y un 7%, dicho costo se recupera muy rápido gracias a los ahorros en agua y energía que éste ofrece, sin contar el aumento en la productividad gracias al confort de sus ocupantes. Si se le da más importancia al costo del ciclo de vida

sobre el costo inicial, un edificio sostenible ofrece la mejor inversión considerando un ciclo de vida mínimo de 20 años. (Londoño, 2009)

4.2.4. Limitaciones de la Investigación

Se entiende que, aunque es cierto que la metodología cualitativa aplicada para esta investigación (matriz de causa – efecto), responde a la obtención de importancia de daños ambientales que puede generar una actividad frente a un aspecto ambiental, lo cual satisface a los requerimientos de la normativa vigente. Sin embargo, estos enfoques actuales para el control y la gestión del medio ambiente son altamente cualitativos, los cuales no nos permiten determinar más allá de una calificación cualitativa, y de acuerdo con Gangolells et al (2009) menciona que de acuerdo a la base de datos de la Sociedad Americana de Ingeniería civil se encontró solo el 2% proporcionan métodos cuantitativos de todos los documentos sobre gestión ambiental en la construcción. Estas limitaciones encontradas en la presente investigación deben ser consideradas en las futuras investigaciones, para desarrollar un medio eficaz de evaluar cuantitativamente la contaminación y los niveles de riesgo de los procesos y proyectos de construcción.

4.3. CONTRASTACION DE HIPOTESIS

El proceso que permite realizar el contraste de hipótesis requiere ciertos procedimientos, se ha podido verificar los planteamientos de diversos autores, cada uno con sus respectivas características y peculiaridades, como menciona Mason & Lind (2001), “existe un procedimiento de cinco pasos que sistematiza la prueba de hipótesis, al llegar al paso 5, se tiene ya la capacidad de tomar la decisión de rechazar o no la hipótesis”

Para la prueba de hipótesis se aplicó el estadístico de la prueba Chi Cuadrado de Independencia para variables categóricas en vista de que nuestras variables son cualitativas.

Hipótesis Específica N° 1.

“No todas las actividades del proceso constructivo convencional en edificaciones de la UNA – PUNO, inciden directamente en daños ambientales”

Variable Independiente (x): Procesos constructivos convencionales.

Variable dependiente (y): Incidencia directa en daños ambientales.

Muestra de estudio: 4 proyectos en edificaciones en la UNA – Puno.

Probaremos la verdad o falsedad de la hipótesis que estamos suponiendo para la presente investigación aplicando la prueba de la Chi Cuadrado calculada (X_c^2), el procedimiento de esta prueba es la siguiente.

Nivel de Confianza: este valor hace referencia al nivel de confianza que deseamos que tengan los cálculos de la prueba; para la presente investigación queremos tener un nivel de confianza del 95%, por lo que el valor de alfa $\alpha = 0.05$ significancia, corresponde al complemento porcentual de la confianza 5%.

Grados de Libertad: Son los que consideraremos para efectos de encontrar la Chi Cuadrado Tabulada en la tabla correspondiente.

$$gl = (f-1) \text{ Donde: } f = \text{filas}$$

$$gl = (24-1) = 23 \text{ grados de libertad}$$

Hipótesis Estadística:

Ho: Todas las actividades del proceso constructivo convencional inciden directamente en daños ambientales.

Ha: No todas las actividades del proceso constructivo convencional inciden directamente en daños ambientales.

Estadística de prueba:

$$X_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

χ^2_c = Chi Cuadrado calculada

Σ = Sumatoria

f_o = Frecuencias observadas

f_e = Frecuencias esperadas

CUADRO N° 14: Frecuencias observadas y esperadas de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO.

PARTIDAS DE EJECUCION DE OBRAS	f_o	f_e	(f_o-f_e)	$(f_o-f_e)^2$	$(f_o-f_e)^2/f_e$
OBRAS DE CONCRETO ARMADO	21.90	4.17	17.73	314.38	75.45109
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	11.12	4.17	6.95	48.31	11.59448
MOVIMIENTO DE TIERRAS	8.10	4.17	3.94	15.49	3.71648
INSTALACIONES SANITARIAS	7.89	4.17	3.73	13.90	3.33512
REVOQUES Y REVESTIMIENTOS	7.85	4.17	3.68	13.55	3.25264
PISOS Y PAVIMENTOS	6.91	4.17	2.74	7.53	1.80695
INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS	4.43	4.17	0.26	0.07	0.01669
ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS	3.77	4.17	-0.40	0.16	0.03869
REVESTIMIENTOS	3.60	4.17	-0.57	0.32	0.07735
TRABAJOS PRELIMINARES	3.22	4.17	-0.94	0.89	0.21307
OBRAS E INSTALACIONES PROVISIONALES	2.69	4.17	-1.48	2.19	0.52588
CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA	2.57	4.17	-1.60	2.55	0.61177
PINTURA	2.47	4.17	-1.70	2.89	0.69336
VIARIOS	2.36	4.17	-1.81	3.27	0.78557
CIELORRASOS	2.25	4.17	-1.92	3.69	0.88478
VIARIOS, LIMPIEZA Y JARDINERIA	1.71	4.17	-2.46	6.04	1.44918
MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	1.47	4.17	-2.70	7.29	1.75003
CARPINTERIA DE MADERA	1.23	4.17	-2.94	8.64	2.07278
VEREDAS	1.15	4.17	-3.01	9.08	2.17872
ESTRUCTURAS METALICAS Y COBERTURAS	1.08	4.17	-3.09	9.53	2.28672
CARPINTERIA DE MELAMINA	0.92	4.17	-3.25	10.57	2.53600
VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES	0.69	4.17	-3.47	12.07	2.89596
SALUD Y SEGURIDAD	0.42	4.17	-3.74	14.01	3.36186
CERRAJERIA	0.21	4.17	-3.95	15.63	3.75001
TOTAL	100.00	100.00			125.28520

De donde: $\chi^2_c = 125.28520$

Región de Aceptación o Rechazo:

Para contrastar este valor de la Chi Cuadrado Calculada debemos obtener el valor de la Chi Cuadrado Tabulada, X^2_c lo que se consigue en la Tabla estadística correspondiente (Ver ANEXO N° 10); donde $\alpha = 0.05$ y $gl = 23$. Con estos valores en la tabla encontramos lo siguiente.

$$X^2_c = 32.0069 \text{ (Valor crítico)}$$



FIGURA N° 11: Región de aceptación o rechazo del estadístico de prueba Chi Cuadrado de Independencia para variables categóricas para la Hipótesis 1.

Decisión:

Como $X^2_c = 125.28520 > X^2_c = 32.0069$, lo que significa que la Chi Cuadrado Calculada se encuentra dentro de la región de rechazo, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna o de investigación, esto es que, "No todas las actividades del proceso constructivo convencional en edificaciones de la UNA PUNO, inciden directamente en daños ambientales."

Hipótesis Específica N° 2.

“Los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – Puno, inciden negativamente con relación a una producción limpia”

Variable Independiente (x): Procesos constructivos convencionales.

Variable dependiente (y): Incidencia con relación a una Producción Limpia.

Muestra de estudio: 4 proyectos en edificaciones en la UNA – Puno.

Probaremos la verdad o falsedad de la hipótesis que estamos suponiendo para la presente investigación aplicando el Coeficiente de Correlación de Pearson, el procedimiento de esta prueba es la siguiente.

Hipótesis Estadística:

Ho: Las dos variables en estudio son independientes

Ha: Las dos variables en estudio están relacionadas

Estadístico Covarianza:

$$S_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}$$

Donde:

S_{xy} = Covarianza, relación entre x e y.

Σ = Sumatoria

x_i, y_i = Elementos

\bar{x}, \bar{y} = Media de x, media de y

n = Número de observaciones

Coeficiente de Correlación de Pearson:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

r = -1	Correlación inversa perfecta
-1 < r < 0	Correlación inversa
r = 0	No hay correlación
0 < r < 1	Correlación directa
r = 1	Correlación directa perfecta

r = Coeficiente de Correlación

S_{xy} = Covarianza, relación entre x e y.

CUADRO N° 15: Frecuencias observadas de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO con relación a una producción limpia.

	CRITICO	SEVERO	MODERADO	IRRELEVANTE	BENEFICIOSO	TOTAL
ESTRUCTURAS	2.25	43.25	43.75	39.25	0	128.5
ARQUITECTURA	0	28.75	28	0.25	0	57
I. SANITARIAS	0	0.5	13.5	0	0	14
I. ELECTRICAS Y M.	0	0	9.75	2.75	0	12.5
TOTAL	2.25	72.5	95	42.25	0	212

Fuente: Base de datos de la muestra (Anexo N° 8)

Elaboración: Propia

Combinaciones	X	Y
E,C	1	2.25
E,S	2	43.25
E,M	3	43.75
E,I	4	39.25
A,C	5	0
A,S	6	28.75
A,M	7	28
A,I	8	0.25
IS,C	9	0
IS,S	10	0.5
IS,M	11	13.5
IS,I	12	0
IEM,C	13	0
IEM,S	14	0
IEM,M	15	9.75
IEM,I	16	2.75

De donde:

Coeficiente de Pearson r	=	-0.5800
Coeficiente de Determinación R ²	=	0.3364

Según se observa la Figura N° 12, existe una asociación lineal entre la incidencia producida por un proceso constructivos convencional con relación a una producción limpia ($r = -0.5800$). Según los análisis realizados el 33.64% de la incidencia con relación a una Producción Limpia, está determinada por un proceso constructivo convencional.

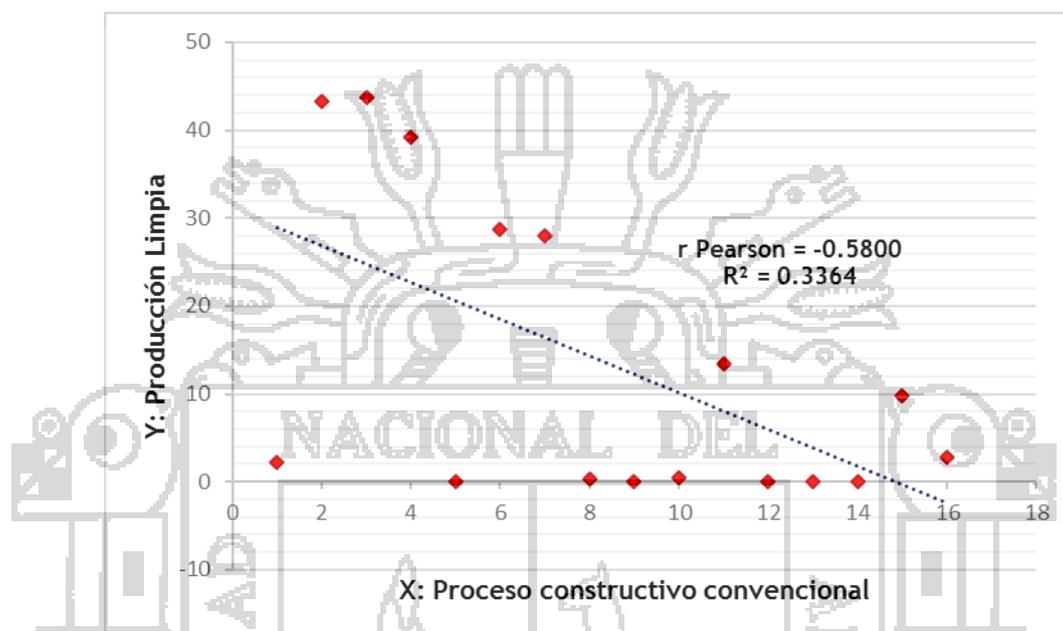


FIGURA N° 12: Correlación lineal y coeficiente de determinación entre el Proceso constructivo convencional y la Producción Limpia.

Fuente: Base de datos de la muestra (Anexo N° 8)
Elaboración: Propia

Decisión:

Según los datos de la muestra se ha obtenido un $r = -0.5800$, que se encuentra dentro del rango $-1 < r < 0$ correspondiente a un correlación inversa por el signo negativo (-) lo cual indica que las variables si se relacionan, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna o de investigación, esto es que, *“Los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – Puno, inciden negativamente con relación a aun producción limpia”*

Hipótesis Específica N° 3.

“Los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – Puno, inciden negativamente con relación a aun producción sostenible”

Variable Independiente (x): Procesos constructivos convencionales.

Variable dependiente (y): Incidencia con relación a una Producción Sostenible.

Muestra de estudio: 4 proyectos en edificaciones en la UNA – Puno.

Probaremos la verdad o falsedad de la hipótesis que estamos suponiendo para la presente investigación aplicando el Coeficiente de Correlación de Pearson, el procedimiento de esta prueba es la siguiente.

Hipótesis Estadística:

Ho: Las dos variables en estudio son independientes

Ha: Las dos variables en estudio están relacionadas

Estadístico Covarianza:

$$s_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}$$

Donde:

s_{xy} = Covarianza, relación entre x e y.

\sum = Sumatoria

x_i, y_i = Elementos

\bar{x}, \bar{y} = Media de x, media de y

n = Número de observaciones

Coefficiente de Correlación de Pearson:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

r = -1	Correlación inversa perfecta
-1 < r < 0	Correlación inversa
r = 0	No hay correlación
0 < r < 1	Correlación directa
r = 1	Correlación directa perfecta

r = Coeficiente de Correlación

S_{xy} = Covarianza, relación entre x e y.

CUADRO N° 16: Frecuencias observadas de los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – PUNO con relación a una producción sostenible.

	CRITICO	SEVERO	MODERADO	IRRELEVANTE	BENEFICIOSO	TOTAL
ESTRUCTURAS	15.5	158.25	204.25	39.25	4.5	421.75
ARQUITECTURA	0	64	194	52.25	31.5	341.75
I. SANITARIAS	0	3.75	50.75	17.5	0	72
I. ELECTRICAS Y M.	0	4.5	27	7	0	38.5
TOTAL	15.5	230.5	476	116	36	874

Fuente: Base de datos de la muestra (Anexo N° 8)
Elaboración: Propia

Combinaciones	X	Y
E,C	1	15.5
E,S	2	158.25
E,M	3	204.25
E,I	4	39.25
E,B	5	4.5
A,C	6	0
A,S	7	64
A,M	8	194
A,I	9	52.25
A,B	10	31.5
IS,C	11	0
IS,S	12	3.75
IS,M	13	50.75
IS,I	14	17.5
IS,B	15	0
IEM,C	16	0
IEM,S	17	4.5
IEM,M	18	27
IEM,I	19	7
IEM,B	20	0

De donde:

Coeficiente de Pearson r	=	-0.4981
--------------------------	---	---------

Coeficiente de Determinación R^2	=	0.2481
------------------------------------	---	--------

Según se observa la Figura N° 13, existe una asociación lineal entre la incidencia producida por un proceso constructivos convencional con relación a una producción sostenible ($r = -0.4981$). Según los análisis realizados el 24.81% de la incidencia con relación a una Producción Sostenible, está determinada por un proceso constructivo convencional.

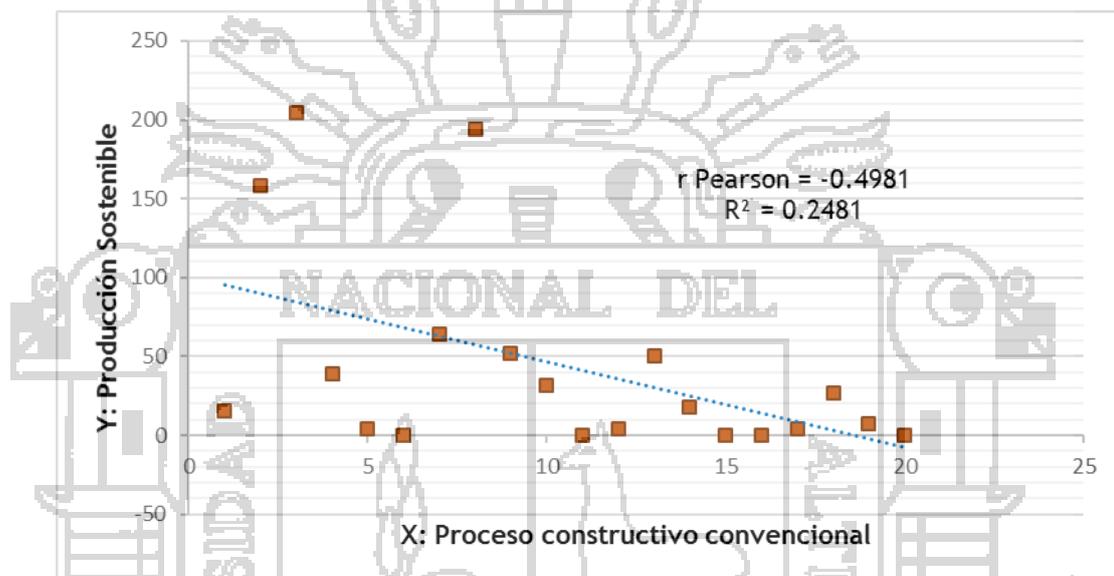


FIGURA N° 13: Correlación lineal y coeficiente de determinación entre el Proceso constructivo convencional y la Producción Sostenible.

Fuente: Base de datos de la muestra (Anexo N° 8)
Elaboración: Propia

Decisión:

Según los datos de la muestra se ha obtenido un $r = -0.4981$, que se encuentra dentro del rango $-1 < r < 0$ correspondiente a un correlación inversa por el signo negativo (-) lo cual indica que las variables si se relacionan, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna o de investigación, esto es que, *“Los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA – Puno, inciden negativamente con relación a aun producción sostenible”*

Hipótesis General.

En el capítulo I, de esta investigación se planteó una Hipótesis general, y una vez contrastado y probado las hipótesis específicas que se desprenden de esta, se concluye que la Hipótesis General, se considera como cierta o válida esto significa que “Los procesos constructivos convencionales en edificaciones de la UNA PUNO, inciden generando impactos ambientales negativos, con relación una producción limpia y sostenible”.



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

PRIMERO: Dentro de un proceso constructivo convencional de edificaciones de la UNA – PUNO, el área de Estructuras es el de mayor incidencia, donde se encuentra la partida de Obras de concreto armado incidiendo en un 21.90% de daños ambientales del total del proyecto, lo cual confirma la teoría debido a que el material predominante en edificaciones de tipo convencional es el Concreto Armado, ya que la producción del concreto, armadura de acero y el encofrado, todo es en obra, generándose así mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero debido al equipo y maquinaria de construcción y el movimiento de los vehículos para el traslado y acarreo de material originando así tiempos prolongados de emisiones de polvo, ruido y vibraciones, consumiendo grandes cantidades de energía ya sea eléctrica o por los combustibles fósiles. Así mismo, la generación de residuos sólidos de construcción en grandes cantidades, y en lo

social mayor riesgo de que ocurran incidentes, accidentes y situaciones de emergencia para los trabajadores.

SEGUNDO: Durante la ejecución del proyecto, frente a una Producción Limpia, orientado a los procesos, en las cuatro áreas se van a generar un alto porcentaje de residuos no peligrosos clasificados como *residuos ordinarios* o a ser *monitoreados*, siendo el mayor en el área de Estructuras (20%) residuos tales como; ladrillos de arcillas, madera, metales, agregado, concreto, papel, cartones, etc. Seguido también de un porcentaje de *Residuos Peligrosos* que se van a generar durante la ejecución del proyecto con un total de 11%, tales como; filtros de aceite, envases de lubricantes, restos de PVC, restos de cerámico, etc. Lo que implica un alto nivel de impactos debido a su disposición final en vertederos ilegales y la no clasificación de estos residuos. Y que estos pueden ser mitigados con un programa o estrategia de Producción Más Limpia donde está involucrado, las buenas prácticas operativas, Sustitución de insumos, Mejor control de los procesos, Modificación del equipo, cambio de tecnología, la Reutilización, recuperación y reciclaje in situ, entre otros. Así mismo, también se concluye que en un proceso constructivo convencional tendrá interferencias en el tráfico vial (11%) producto del movimiento de maquinaria y vehículos pesados durante la ejecución del proyecto, así como interferencias en el tránsito peatonal (8%) que se generará durante la ejecución del proyecto, originando así cierto grado de suciedad de las entradas de obras de construcción y el aumento en el tráfico vial externo, y esto amerita establecer otros procedimientos ambientales para minimizar esta suciedad, para mantener los vehículos y utilizar láminas impermeables cuando los vehículos salgan del sitio de construcción con materiales polvorientos.

TERCERO: Con relación una Producción Sostenible, los cuales fueron clasificados en los tres pilares de la sostenibilidad; Ambiental, Social y Económico, se concluye que los procesos constructivos en edificaciones de la UNA – PUNO tienen una incidencia negativa, comparado esto con estándares internacionales para evaluar la sostenibilidad en edificaciones ya que dentro de del proyecto no se cuenta con un programa o estrategia que permita reducir las emisiones de carbono a través de la eficiencia energética, de la generación de

energía in situ y suministro directo de calor procedente de fuentes renovables o con bajas emisiones asociadas, tampoco soluciones externas para compensar el resto de las emisiones del edificio.

5.2. RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos, la ejecución de cada una de las partidas de un proceso constructivo convencional de una obra generan impactos ambientales, ya sean en proporciones grandes o pequeñas, y es en esa misma proporción que se debe de mejorar y aplicar nuevas tecnologías para materiales de mayor uso, tal es el caso de la producción del concreto esta debería de realizarse fuera de obra (concreto pre mezclado), y buscar proveedores de empresas concreteras que dentro de sus actividades también estén comprometidas con el medio ambiente (Certificaciones Nacionales e Internacionales), lo mismo para la producción del acero, esta debería de hacerse en fábrica según los diseños y planos del proyecto, así como el uso de elementos prefabricados para encofrados, muros exteriores e interiores que generarán una cantidad mínima de desperdicios y máxima limpieza y productividad dentro de la ejecución de la obra.
- Es cierto que dentro de la ejecución de un proyecto es inevitable que se generen residuos sólidos y daños al medio ambiente, Sin embargo implementar un programa de Producción Más Limpia, no solo reduciremos en cantidades los residuos sólidos de construcción sino que nos ayudará a:
Mejorar en la productividad: los cambios a efectuarse en la producción conllevan a un aumento en la rentabilidad, debido a un mejor aprovechamiento de los recursos y a una mayor eficiencia en los procesos.
Mejoras en el desempeño ambiental: un mejor uso de los recursos reduce la generación de residuos, los cuales pueden, en algunos casos, reciclarse, reutilizarse o recuperarse. Por consiguiente, se reducen los costos y se

simplifican las técnicas requeridas para el tratamiento al final del proceso y para la disposición final de los residuos.

Ser amigables con el medio ambiente y contribuye a la seguridad, higiene, relaciones laborales de los trabajadores.

- La necesidad de atender e intentar resolver los problemas que afectan la calidad de vida de los actuales habitantes de nuestro medio, sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones puedan disponer de recursos para enfrentar los suyos, es una situación directa que afecta al campo de la ingeniería, donde la aplicación de estrategias o programas ya sean nacionales o internacionales para la utilización de energías renovables dentro de todo el ciclo de vida del proyecto y evitar en lo posible las emisiones de gases de efecto invernadero principalmente, va a ser una necesidad aplicarlas a cualquier proyecto no solo en edificaciones lo cual nos permitirá darle mayor sostenibilidad al paso del tiempo a los proyectos ingenieriles.

Para el Gobierno.

En vista de las limitaciones que se tuvo en esta investigación, es necesario que los gobiernos locales, regionales y el gobierno central concierten acciones para establecer y estandarizar indicadores de sostenibilidad y producción limpia y formas o metodologías para medir el desempeño ambiental de los distintos tipos de proyectos no solo de edificaciones.

Para los Investigadores.

Hacen falta investigaciones orientadas a desarrollar un medio eficaz de evaluar no solo cualitativamente sino cuantitativamente la contaminación ambiental y los niveles de riesgo de los procesos y proyectos de construcción.

Para la población en general.

El concepto de desarrollo sostenible es de bajo conocimiento dentro de la población en general, por lo tanto debe ser enseñado y aprendido en todos los niveles educativos, de esta manera todos los actores de nuestra sociedad serán conocedores a la hora de ser partícipes de algún campo laboral.

Todas las propuestas, estrategias, metas o cualquier otro precepto a favor del desarrollo sostenible no deben afectar la calidad de vida de las personas más por el contrario deben verse favorecidas por ellas.



BIBLIOGRAFIA

- Alarcón, D. (2005). Modelo Integrado de Valor para Estructuras Sostenibles. *Thesis. Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior D'Enginyers de Camins, Canals i Ports, Spain.*
- Albors, J. (2007). El Sistema Tradicional en la Construcción. *AA Albors Arquitecto.*
- Alnaser, N., Flanagan, R., & Alnaser, W. (2008). Model for calculating the sustainable building index (SBI) in the kingdom of bahrain. *Energy and buildings*, 40.
- Alvarez, L. (2003). Edificación y desarrollo sostenible. GBC: Un método para la evaluación ambiental de edificios. *Infonnes de la Construcción.*, 8.
- Baer, W., & Maloney, W. (1997). Neoliberalism and income distribution in Latin America. *World Development*, 25.
- Burgos, D. F. (2010). Guía para la gestión y tratamiento de residuos y desperdicios de proyectos de construcción y demolición. *Tesis*, 120.
- Cálidda. (2012). *Manual de plan de manejo ambiental*. Lima.
- Canada, M. (1993). The Clean Air Guide: How to Identify and Correct Indoor air Problems in your home. *Ottawa.*
- Cancela, R., Cea, N., Galindo, G., & Valilla, S. (2010). Metodología de la Investigación. *Investigación Ex post Facto*, 19.
- Casado, N. (2002). Edificios de alta calidad ambiental. *Ibérica, Alta Tecnología.*
- Casas, P. (2013). Análisis y recomendaciones para una construcción sustentable en edificios en general. *Tesis*, 151.
- Chaparro, C., Figueroa, J., Villalobos, R., Leiva, J., & Figueroa, R. (2010). La eficiencia energética en el currículum escolar de educación técnica profesional. *Comisión Nacional de Medio Ambiente - Chile*, 47.
- Charaja, F. (2011). *El Mapic en la Metodología de la Investigación*. Puno: 2da Edición.
- Cladera Bohigas, A., Etxeberria Larrañaga, M., & Schiess Bistué, I. (2007). Tecnología y materiales de construcción para el desarrollo. *Ingeniería Aplicada a la Cooperación para el Desarrollo, Volumen 10*, 229.

- CONAM. (2005). Guía de Producción Más Limpia. *Centro de Eficiencia Tecnológica, Centro Nacional de Producción Más Limpia*, 70.
- Conesa, V. (2010). *Guía Metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid-Barcelona-México: Ediciones Mundi-Prensa.
- Díaz, M. R., & Ruggeri, P. (2009). *Guía de Buenas Prácticas Ambientales para obras en construcción*. Buenos Aires: Aulas y Andamios.
- Ding, G. (2008). Sustainable construction - The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86.
- Dodic, S., Vucurovic, D., Popov, S., Dodic, J., & Zavargo, Z. (2010). Concept of cleaner production in Vojvodina. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14.
- DSTMA, D. S. (2008). Guía de Buenas Prácticas Ambientales en empresas de Construcción. *Cámara a Coruña*, 20.
- Dulanto, A. (2013). Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente. *Tesis*: Lima.
- Dzul, M. (2013). Fundamentos de la Metodología. *Sistema de Universidad Virtual UAEH*, 13.
- ECOHABITAR. (2012). Vivienda y construcción sostenible. *Soy Ecolombiano*, 65-72.
- Edificio verde. (2003). Construir de forma sostenible. *Medio Ambiente, Edificios Verdes*, 1-2.
- EMAS. (2005). El Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría Medioambientales . 6.
- Fernández , G. (2010). Propuesta de modelo para la evaluación de la sostenibilidad en la dirección integrada de proyectos de Ingeniería Civil. *Tesis doctoral*, 277.
- Fernández, G. (2008). Análisis de los Sistemas de Indicadores de Sostenibilidad. *Planificación urbana y Proyectos de construcción, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*.
- Forum ambiental, F. (2001). Guía para la Ecoeficiencia. 79.
- Galarza, M. (2011). Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: métodos de medición y control. *Tesis*, 89.

- Gangolells, M., Gasso, S., Forcada, N., Roca, X., & Fuertes, A. (2009). A methodology for predicting the severity of environmental impacts related to the construction process of residential buildings. *Building and Environment*, 14.
- García, A., & Gonzáles, P. (2004). Manual de dirección y organización de obras. *CIE Dossat*.
- Ghio, V. (2001). Productividad En Obras De Construcción: Diagnóstico, Crítica y Propuesta. *Lima*.
- Grupo Editorial Megabyte. (2010). *Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificaciones y Habilitaciones Urbanas*. Lima: Megabyte.
- Hueting, R., & Reijnders, L. (2004). Broad sustainability contra sustainability: the proper construction of sustainability indicators. *Ecol. Econ.* 50,, 249–260.
- Ibañez, H. A. (2006). Producción limpia en la construcción. *Tesis doctoral*, 112.
- IHOBE, L. (2010). Green Building Rating Systems: ¿Cómo Evaluar La Sostenibilidad En La Edificación? *Departamento de Medio Ambiente*, 72.
- ISO 14001. (2004). Sistema de Gestión Ambiental - Requisitos con orientación para su uso. *Norma Internacional*, 36.
- ISO 21929-1. (2006). Sustainability in building construction – Sustainability Indicators – Part 1: Framework for development of indicators for buildings. *International Organization for Standardization*.
- ISO/TS 21929-1 . (2006). Sustainability in building construction – Sustainability Indicators – Part 1: Framework for development of indicators for buildings. *International Organization for Standardization*.
- Kemmler, A., & Spreng, D. (2007). Energy indicators for tracking sustainability in developing countries. *Energy Policy*, 2466-2480.
- Kibert, C. J. (2008). *Sustainable construction: proceedings of the First International Conference of CIB TG 16, November 6-9, 1994*, . Tampa, Florida, U.S.A: Center for Construction and Environment, M.E. Rinker Sr. School of Building Construction, College of Architecture, University of Florida, 1994.
- Lanting, R. (2009). Sustainable Construction in the Netherlands - A perspective to the year 2010. *Working paper for CIB W82 Future Studies in Construction*, 7.

- Lee, K. (2001). Sustainable tourism destinations: the importance of cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 9.
- Mason, R., & Lind, D. (2001). *Estadística para administración y economía*. Marcombo.
- Mata, H. (2004). Distribución de Frecuencias Acumuladas, Tabla de distribución de frecuencias. *Universidad de los Andes (ULA), FACES*.
- Medwave. (2011). La prueba de ji-cuadrado. *Estadística Aplicada a la Investigación en Salud*, 5.
- MINAM. (2010). Gestión Ambiental. *Compendio de la Legislación Ambiental peruana*, 316.
- Muñoz, E., Fabres, A., & Cárdenas, J. P. (2011). Residuos sólidos del proceso de construcción de viviendas en Chile – cuantificación, caracterización y establecimiento de indicadores. *Vitória*, 7.
- NU. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
- Ofori, G., Gand, G., & Briffett, C. (2002). Implementing environmental management systems in construction: Lessons from quality systems. *Building and Environment*.
- Orellana, L. (2001). Estadística Descriptiva. 64.
- Pere Alavedra, J. D. (1997). La construcción sostenible. El estado de la cuestión. *Informes de la construcción*, 7.
- PNUMA. (2012). Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente. *Producción Limpia en la Construcción*.
- Pôder, T. (2006). Evaluation of environmental aspects significance en ISO 14001 Environmental Management. 37.
- Restrepo, L. (2008). Análisis de costos para la implementación de alternativas de pml en los procesos constructivos críticos. *tesis*, 154.
- Roberts , H., & Robinson, G. (2003). *ISO 14001 EMS, Manual de Sistema de Gestión Medioambiental*. Madrid: Paraninfo.
- Rocha, E. (2011). Construcciones Sostenibles: materiales, certificaciones y LCA. 18.
- Samaja, J. (2012). Análisis del proceso de investigación.

- Sanford, J. (1997). Alternative ways to fund the International Development Association (IDA). *World Development*, 297-310.
- Saparauskas, J. (2007). The main aspects of sustainability evaluation in construction. *In: 9th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, Vilnius, Lithuania.*
- SEIA. (Diciembre de 2011). Ley N° 27446, Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental y su reglamento. *Ministerio del Ambiente*. Lima.
- Shen, L. Y., & Tam, V. W. (2002). Implementation of environmental management in the Hong Kong construction industry. *International Journal of Project Management*, 9.
- Shen, L., Tam, V., Tam, L., & Ji, Y. (2010). Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice. *Journal of Cleaner Production*, 254-259.
- Suárez, A., & Dokken, D. J. (2002). Cambio climático y biodiversidad. *Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático*, 85.
- Suárez, M. (2006). Estudio de hormigones con Residuos de Ladrillería y Demolición.
- UICN. (2004). Unión Mundial para la Naturaleza. *Entrando en el Nuevo Milenio*, 74.
- UNDESA. (2010). World Urbanization Prospects, the 2009 Revision: Highlights. *Geo ciudades*, 149.
- UNEP, U. (2007). Buildings and climate change. Status, challenges and opportunities. *París: UNEP*.
- UNEP, U. (2008). The Kyoto Protocol The Clean Development Mechanism and the Building and Construction Sector. *París: UNEP*.
- Vale, B. (2003). The Untapped Potential of the Low-Energy Building. *Town & Planning*, 62.
- Vara, A. A. (2010). Manual breve para los tesis de Administración, Negocios Internacionales, Recursos Humanos y Marketing. *¿Cómo hacer una tesis en ciencias empresariales?*, 484.
- Wilson, J., Tyedmers, P., & Pelot, R. (2007). Contrasting and comparing sustainable development indicator metrics. *Ecological Indicators*, 299-314.
- WWF. (2003). The Built Environment Sector, Pre Seminar Report. *Council for Environmental Education WWF, Department of Environment*.

Zeng, S., Deng, Z., & Tam, V. (2003). ISO 14000 and the construction industry: Survey in China. *Journal of Management in Engineering*, 107-115.

Zhang, L., Wang, L., & Tian, J. (2008). Study on Sustainable Construction Management based on LCA. *International Conference on Construction on Real Estate Management, Toronto, Canada*.

