

E.I.A Edificio Santo Domingo – Universidad Santo Tomás – Tunja.

E.I.A. “Santo Domingo” Building, “Santo
Tomas” University, Tunja.

E.I.A. Prédio “Santo Domingo”,
Universidade “Santo Tomás”, Tunja

Daniel Coca Moreno

Estudiante. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.
Correo electrónico: daniel.coca@usantoto.edu.co. Tunja – Colombia.

Gabriel Mariño Valcárcel

Estudiante. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.
Correo electrónico: gabriel.marino@usantoto.edu.co. Tunja – Colombia.

Carlos Medina Díaz

Estudiante. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.
Correo electrónico: carlos.medina01@usantoto.edu.co. Tunja – Colombia.

Resumen

La Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, tiene como uno de sus principales objetivos, la formación de profesionales de alta calidad. Por ello ha llevado a cabo la creación de nuevos espacios educativos, contemplados por medio de la construcción de un inmueble denominado Edificio Santo Domingo el cual hasta el momento se encuentra en proceso constructivo. Se desarrolló el análisis de daños ambientales por medio de diferentes metodologías teniendo en cuenta que hoy en día las construcciones son causantes de impactos relevantes en el planeta, impactos que se pueden determinar y calificar con respecto al tiempo a través de varios procesos evaluativos con el fin de alcanzar una sostenibilidad ambiental y económica para las nuevas edificaciones. Por medio de este artículo daremos a conocer varias maneras que se llevaron a cabo para determinar el impacto ambiental que causaría la edificación Santo Domingo en tres etapas como son; la adecuación del terreno, construcción y mantenimiento, de tal manera, que esta valoración se realizó por medio de matrices que nos permitieran calcular la magnitud e importancia que genera una construcción en el ambiente para así llegar a proponer los procesos de mitigación generando posibles soluciones a los impactos más relevantes.

Palabras clave— Acciones del proyecto, Edificación, Elementos ambientales, Impacto ambiental, Mitigación.

Abstract

Santo Tomás University in Tunja, has as one of its main objectives, the training of high quality professionals. For this reason, it has carried out the creation of new educational spaces, contemplated through the construction of a building called the Santo Domingo Building, which until now is under construction. The analysis of environmental damage was developed through different methodologies taking into account that today buildings are causing significant impacts on the planet, impacts that can be determined and qualified according to time through various evaluative processes in order to achieve environmental and economic sustainability for new buildings. Through this article we will present several ways that were carried out to determine the environmental impact that the Santo Domingo building would cause in three stages as they are; the adequacy of the land, construction and maintenance, in such a way that this assessment was carried out through matrices that allowed us to calculate the magnitude and importance generated by a construction in the environment in order to propose the mitigation processes, generating possible solutions to the most relevant impacts.

Key Words— Project Actions, Building, Environmental Elements, Environmental Impact, Mitigation.

Para citar este artículo: Coca- Moreno, D., Mariño-Valcarcel, G., Medina- Diaz, C. (2017). "E.I.A. Edificio "Santo Domingo", Universidad "Santo Tomás", Tunja". *L'esprit Ingénieux*. Vol. 8, pp. 35 - 51 .

Resumo

A Universidade Santo Tomás Secional Tunja, tem como um de seus principais objetivos, a formação de profissionais de alta qualidade. Por esta razão, tem realizado-se a criação de novos espaços educativos, contemplados através da construção de um edifício chamado Edifício Santo Domingo, que até agora está em construção. Foi desenvolvida uma análise dos impactos ambientais por meio de diferentes metodologias, levando em conta que atualmente os prédios estão causando impactos significativos no planeta, impactos que podem ser determinados e qualificados em relação ao tempo por meio de vários processos avaliativos, a fim de alcançar sustentabilidade ambiental e econômica para novos edifícios. Através deste artigo, apresentaremos várias maneiras que foram realizadas para determinar o impacto ambiental que o edifício Santo Domingo causaria em três etapas, como; a adequação do terreno, construção e manutenção, de tal forma que esta avaliação foi realizada através de matrizes que nos permitiram calcular a magnitude e importância gerada por uma construção no ambiente, a fim de propor os processos de mitigação, gerando possíveis soluções para os impactos mais relevantes.

Palavras-chave— *Ações Do Projeto, Construção, Elementos Ambientais, Impacto Ambiental, Mitigação.*

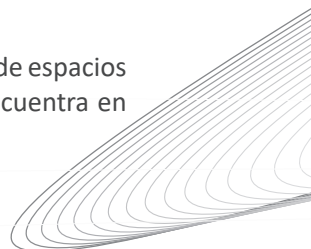
INTRODUCCIÓN

Posterior a la revolución industrial, la maquinaria tuvo un desarrollo exponencial, pues con ella la producción de elementos para el mercado se facilitó en gran medida y lo seguirá siendo conforme ésta avance. Evidentemente la maquinaria para construcción no se exceptúa en todo este proceso, de hecho, es posible pensar que ha sido de las más facilitadora de tareas, pues las grandes máquinas para construcción son capaces de realizar tareas que ni siquiera sería posible hacerlas sin ellas; siendo más que facilitadora, posibilitadora de actividades.

El problema de la maquinaria (en especial la de construcción) es la fuente de energía que en ésta se utiliza, pues en la gran mayoría, se utilizan combustibles fósiles que, además de no ser renovables, producen emisiones de carbono contaminantes para el medio ambiente; este vendría siendo básicamente el principal problema ambiental en el ámbito de la construcción, sin embargo existen numerosas acciones de la construcción, que tienen también un impacto negativo en elementos ambientales; mediante la ingeniería ambiental entonces, es posible cuantificar y calificar dichos impactos.

Es acá donde dicha ingeniería ambiental toma gran importancia, especialmente en las últimas dos décadas, pues para éste tiempo, la humanidad empezó a percibir el problema que (desde la dicha revolución industrial) venía generando con el desarrollo de las máquinas. El procedimiento que realiza dicha ciencia para cuantificar y calificar las acciones generadoras de problemas ambientales, se conoce como EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA); allí se aprecian todos los elementos que pueden llegar a ser afectados por acciones que hacen parte de cualquier proyecto, pues dicha EIA, se puede aplicar a cualquier proyecto sea de construcción, social u otra índole.

La universidad Santo Tomás de Tunja por su parte opta por la ampliación y creación de espacios para brindar a los estudiantes educación de mayor calidad; es por eso que se encuentra en



construcción el segundo edificio de la sede campus de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja: “Santo Domingo”; el cual actualmente se encuentra en avanzada etapa de construcción, contando con un total de 7 plantas en altura y grandes áreas verdes.

Es allí entonces donde nace la idea principal de ésta investigación; pues siendo una construcción que a nivel local concierne a la gran mayoría, lo que se busca es, como un ejercicio de aprendizaje, realizar la correspondiente evaluación de impacto ambiental al edificio Santo Domingo de la Universidad Santo Tomás, mediante la utilización de la Matriz de Leopold y algunas listas de chequeo adicionales añadiendo también, algunas estrategias de posible mitigación en caso de encontrarse impactos significativos.

CONTENIDO

Descripción. La Universidad Santo Tomás seccional Tunja, tiene como uno de sus principales objetivos, la formación de profesionales de alta calidad. Por ello y de acuerdo con su Plan de Desarrollo pretende aumentar la creación de nuevos espacios educativos, de tal manera, que se contempla la construcción de un inmueble denominado Edificio Santo Domingo, ubicado en el campus de la Universidad Santo Tomás en la ciudad de Tunja. Estas nuevas instalaciones permitirán ofrecer la infraestructura, equipos y material necesario para desarrollar sus labores educativas, a los alumnos de pregrado y postgrado de los Departamentos ofrecidos por la universidad.

La superficie en que se ubicará el proyecto es de aproximadamente 20.873 m² actualmente en área verde y edificación de manera general, la distribución de espacios principalmente contiene la planta baja y siete pisos. El sitio de construcción colinda con la clínica cancerológica de la ciudad de Tunja, con el edificio actual del campus de la Universidad Santo Tomás, con las instalaciones de TOTTO CENTRO y con los apartamentos Lombardía. Con el propósito de brindar los servicios necesarios tanto a los alumnos como a personal docente y administrativo, los espacios proyectados contarán con la infraestructura suficiente para su operación: redes, telefonía, suministro de agua potable, energía eléctrica, instalaciones hidráulicas y sanitarias.



FIGURA 1: ZONA DE ESTUDIO
Fuente:

LÍNEA BASE:

Información del Medio Abiótico

Geología

Sinclinal de Tunja: Es la estructura regional más representativa, puesto que dentro de ella se encuentran una serie de estructuras de menor dimensión. Estas se encuentran afectando principalmente la secuencia estratigráfica que presentan una edad representativa que va del cretácico inferior al Neógeno. De acuerdo al plegamiento se caracteriza por presentar la mejor disposición estructural propicia para definir como acuíferos de gran importancia, las unidades estratigráficas de porosidad primaria representativa. El terreno donde se va a elaborar el proyecto es en el Campus Universitario de la Universidad Santo Tomás, la cual se encuentra ubicada en la formación Tilatá y su principal composición del suelo son rellenos debido al sinclinal. A continuación, se describen las formaciones que se encuentran en la Ciudad de Tunja, donde se pueden observar desde formaciones del cretácico, hasta formaciones del Cuaternario.

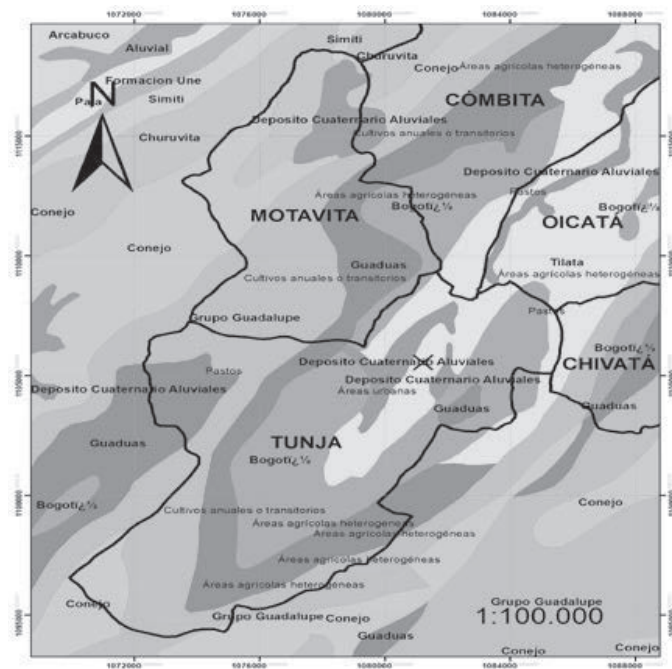


FIGURA 2: GEOLOGÍA ZONA DE ESTUDIO
Fuente:

➤ Corte Geológico Sector de Estudio

Formación Bogotá: Renzoni G. describió esta formación en la carretera que de Tunja conduce a Arcabuco como una sucesión de 120 m de espesor compuesta por: 9 m de arenisca friable; 15 m de arcillas violáceas; 47 m de arenisca friable de grano medio a grueso con cemento ferruginoso con estratificación cruzada y unos 50 m de arcillas amarillentas y alternancias de arenisca. Es correlacionable con la formación Arenisca Del Cacho en la sabana de Bogotá; Van Der Hammen dato esta formación como de edad Paleoceno.

Aflora como una formación relativamente dura en el casco urbano de la ciudad de Tunja con espesor importante más hacia el occidente donde se observa en contacto concordante con la formación Guaduas, al oriente se observa en contacto discordante con la Formación Tilatá y en contacto fallado con la formación Plaeners debido a la Falla de Chivatá. En el área de estudio se presenta como un amplio paquete de arenitas de grano medio a grueso, bien seleccionado, subredondeado, clasto soportado de color pardo — rojizo a pardo amarillento con estratificación plano paralela muy fracturado. Las capas presentan un espesor de 10 a 30 cm. Las formaciones del Paleógeno se ubican directamente sobre la secuencia del Cretácico y toda la secuencia del Terciario en esta zona de Tunja está ausente.

Formación Tilatá: La Formación Tilatá según Renzoni & Rosas (1983), incluyen las gravas o niveles de conglomerados con matriz areno limosa y líticos de areniscas, chert y cuarzo que conforman lomas redondeadas en la zona del bajo estructural del Río Chicamocha entre Tunja y Duitama. Según Reyes (2001) hacen parte de una unidad más antigua. Renzoni (1981) calcula un espesor en el área de 150 m y reporta una edad del Plioceno a Pleistoceno calculada por Van Der Hammen a partir de palinología de muestras de lignitos. Localmente la Formación Tilatá yace discordantemente sobre todas las formaciones comprendidas entre la Formación Bogotá y otras Formaciones, aflora en gran parte de la zona rural al oriente del municipio de Tunja, igualmente al sur y norte de Oicata.

Depósitos Cuaternarios Coluviales: Depósitos producto de deslizamientos de materiales de diferentes tamaños y composiciones. Los depósitos coluviales cubren la mayoría de las laderas de los valles, formando los respectivos taludes, constituidos por acumulaciones de

bloques sub angulares, de dimensiones variables, embebidos en matriz areno-arcillosa. En muchos casos son terrenos mixtos coluviales con morrénicos o aluviales, por causa de sucesivos deslizamientos de masas. Estos se encuentran a lo largo de toda la zona de estudio.

Depósitos Cuaternarios Aluviales: Son depósitos fluviales constituidos por cantos semiredondeados de areniscas, embebidos en una matriz areno-arcillosa; caracteriza las planicies en la vecindad del Río Chicamocha y parte del sitio del casco urbano de Tunja, generalmente forman conos de deyección con terrazas levemente inclinadas, cuyas alturas no superan los 5 m y originadas durante los superflujos de las quebradas y ríos.

Geología Estructural: El área de estudio se localiza en la parte oriental del altiplano CundiBoyacense en una franja estructural de replegamiento. El área se caracteriza por presenta una serie de estructuras anticlinales y sinclinales con dirección NE-SW. Adicionalmente se evidencia el trazo de algunas fallas de carácter regional, cuya dirección es preferencialmente paralela al sistema estructural.

Suelo: El suelo al pertenecer a la formación Tilatá se compone de areniscas conglomeráticas, conglomerados de gravas a cantos bien redondeados, arcilla rojas y capas de turba.

Hidrología: Cuenca del Río Chicamocha: El río Chicamocha nace al sur de Tunja, toma los nombres de Chulo, Jordán, Grande, Sogamoso a medida que avanza en su recorrido; atraviesa el altiplano de Tunja, Tuta, Paipa, Duitama y entra a Sogamoso. Al pasar por Paz de Río, el valle se estrecha e inicia el cañón del Chicamocha. Sirve de límites con Santander. Entre sus afluentes principales figuran los ríos Sotaquirá, Tuta, Pesca, Chiquito, Buzbanzá y Monguí, entre otros.

Durante su recorrido el río Chicamocha recibe las aguas de tipo doméstico (con-

taminadas) de los municipios de Tunja, Oicatá, Tuta, Paipa, Duitama, Sogamoso, Santa Rosa de Viterbo, Tibasosa, Firavitoba, Iza, Cúitiva, Tota, Pesca, Nobsa, Monguí, Mongua, Gámeza, Floresta, Busbanzá, Corrales, Tasco, Betétiva, Cerinza, Paz de Río, Socha, Socotá y Boavita.

El río Chicamocha recorre la zona industrial de Boyacá y recibe la contaminación que producen Acerías Paz del Río, Termo Paipa, sobrantes de las aguas termales de las piscinas de Paipa, del complejo industrial de Maguncia, Metalúrgica Boyacá, Zona industrial de Sogamoso y curtiembres. Cabe resaltar que dentro del lugar donde elaboraremos el proyecto, no pasa el cauce de la cuenca del río Chicamocha.

Calidad del Agua: Dentro de la Calidad de Agua en la ciudad de Tunja, se dice que esta es de muy buena calidad, pero tiene unos costos muy elevados en las facturas.

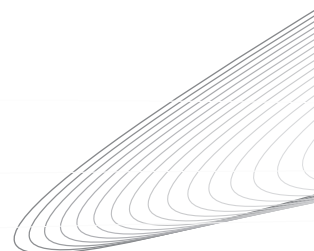
Uso del Agua: El uso de agua en la ciudad de Tunja se utiliza para todo tipo de infraestructura, como edificios, casas multifamiliares, locales comerciales, etc.

Paisaje: La ciudad de Tunja cuenta con zonas montañosas y de grandes relieves con gran capa vegetal, donde se pueden observar varias especies de animales que dan un ambiente agradable a la Ciudad.

Clima. El clima de Tunja es frío -muy seco. El promedio de lluvia total anual es de 645 mm. Durante el año las lluvias se distribuyen en dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas. La temporada seca principal se registra en los meses de diciembre, enero y febrero; en los meses de julio y agosto, se registra una temporada seca de menor intensidad. Las temporadas de lluvia se extienden desde finales de marzo hasta principios de junio y desde finales de septiembre hasta principios de diciembre. En los meses secos de principios y final de año, llueve alrededor de 5 a 10 días/mes; en los meses de mayores lluvias del primero y segundo semestre, así como en la temporada seca de mitad de año, puede llover entre 17 y 19 días/mes. La temperatura promedio es de 12.9 °C. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 25 y 26°C. En la madrugada la temperatura mínima está entre 17 y 18°C. El sol brilla cerca de 4 horas diarias en los meses lluviosos, pero en los meses secos, la insolación oscila alrededor de las 6 horas diarias/día. La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 82 y 89 %, siendo mayor en la época lluviosa del segundo semestre.

Información Biótica

Flora y Fauna. En el siguiente Mapa se puede observar el tipo de suelo en el que se encuentra ubicado nuestro proyecto en donde podemos observar áreas agrícolas, áreas urbanas, pastos, etc. Nuestro Proyecto de Estudio de Impacto Ambiental se encuentra en un suelo de áreas urbanas donde es fácil el manejo del material para la construcción.



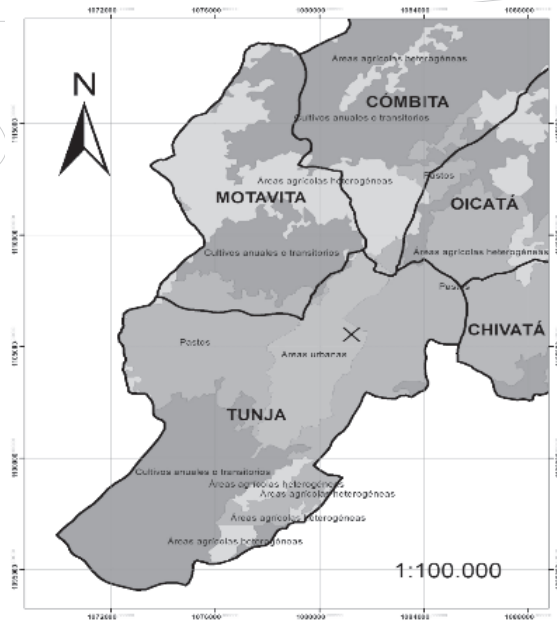


FIGURA 3: FLORA Y FAUNA ZONA DE ESTUDIO

Información Socioeconómica. La vocación económica de Boyacá ya no es agrícola, como muchos creen, actualmente el departamento muestra una economía de miscelánea. La economía boyacense no se centra en una actividad particular, sino que por el contrario es el conjunto del desarrollo de distintas actividades como el transporte, el comercio, la industria, la minería, la agricultura, la ganadería, etc. La inversión neta en el espectro empresarial cubierto por las tres cámaras de comercio de Boyacá muestra que en la jurisdicción de Tunja hubo una drástica caída, fundamentalmente por la inminente liquidación de la Industria Licorera de Boyacá. En Tunja, durante el periodo de análisis, el número de establecimientos que se creó aumentó moderadamente (4.8%). El mayor repunte se observó en actividades inmobiliarias, industria manufacturera, explotación de minas, servicios sociales y de salud y el comercio.

Dimensión Económica.

La economía de Boyacá se basa principalmente en la producción agrícola y ganadera, la explotación de minerales, la industria siderúrgica, el comercio y el turismo. La

agricultura se ha desarrollado y tecnificado en los últimos años; los principales cultivos son papa, maíz, cebolla, trigo, cebada, caña panelera, yuca. Existen en Boyacá alrededor de 6.800 explotaciones mineras, en su mayoría de carácter artesanal, principalmente de carbón coquizable, arcilla, roca fosfórica, arena, yeso, mármol y caliza de hierro; el carbón extraído técnicamente tiene reservas importantes en 19 municipios.

El petróleo se encuentra en el territorio Vásquez; en el occidente se explotan las esmeraldas consideradas las más famosas del mundo por su calidad y belleza. La producción artesanal es muy laboriosa especialmente en cerámica, tejidos de lana de oveja y fique, tagua, tapices, instrumentos musicales y cestería, entre otros. los renglones destacados de la actividad industrial son la producción de acero en las siderúrgicas Paz de Río, Sideboyacá y Sidehornasa, las más importantes y modernas del país; cemento, motores para vehículos, metalmecánica, cervecería, bebidas gaseosas, prefabricados para la construcción, ladrillos, carrocerías para camiones y buses, trefilados, muebles, calzado, artículos de cuero y productos alimenticios.

Dimensión Político Administrativa

El departamento de Boyacá está dividido en 123 municipios, 123 corregimientos, 185 inspecciones de policía, así como, numerosos caseríos y sitios poblados. Los municipios están agrupados en 45 círculos notariales con un total de 53 notarías, un círculo principal de registro con sede en Tunja y 13 oficinas seccionales de registro. Existen 2 distritos judiciales, uno con sede en Tunja, y 7 cabeceras de circuito, con 11 cabeceras de circuito en los municipios de Santa Rosa de Viterbo, Duitama, El Cocuy, Paz de Río, Soatá, Socha y Sogamoso en el departamento de Boyacá, y Monterrey, Orocué, Paz del Ariporo y Yopal en el departamento de Casanare. El departamento conforma la circunscripción electoral de Boyacá.

Identificación de Impactos Ambientales Generados

Preparación del Sitio

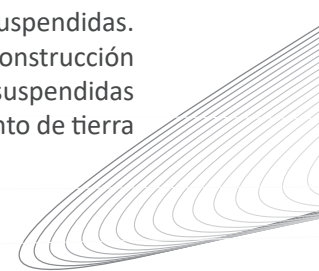
- **Agua:** Con la instalación del campamento se generarán aguas residuales, las cuales generarán olores desagradables
- **Aire:**
 - Generación de partículas suspendidas. Con las actividades de preparación del sitio se generarán partículas suspendidas totales debido al movimiento de tierra y manejo de materiales (principalmente por los trabajos de despalme, así como por la descarga y acumulación de materiales en el sitio).
 - Generación gases. La operación de la maquinaria pesada que se empleará en la realización de los trabajos de preparación causará impactos adversos por la emisión de gases
 - Generación de ruido. Los trabajos a realizarse con maquinaria y equipos a emplearse generarán ruido con efectos muy locales, pero se podría mitigar, operando la maquinaria en

horarios específicos de menor actividad académica.

- **Flora:** Remoción de especies vegetales de la zona.
- **Fauna:** Generación de insectos por la presencia de basura, por lo que puede presentarse un impacto negativo debido a la molestia que provocan a la población en general.
- **Suelo:**
 - Modificación de las características físicas del suelo y relieve. Debido al despalme de terreno se modificarán las características físicas del suelo y el relieve. No obstante, al término de la etapa de construcción se podrá recuperar parte del área verde afectada.
 - Alteración del paisaje. Con las actividades de preparación del sitio, se producirán alteraciones al paisaje del campus debido al inicio de los trabajos de construcción, introducción de personal y maquinaria de obra, además de la instalación del cercado provisional y de sanitarios.
- **Aspectos socioeconómicos:** Generación de empleo. Se requerirá de la contratación de mano de obra para los trabajos de preparación del sitio con lo que habrá una generación de empleo importante.

Etapa de Construcción

- **Agua:** Incremento en la demanda de agua en el campus. Durante la etapa de Construcción se requerirá de agua para las diferentes actividades de obra.
- **Aire:**
 - Generación de partículas suspendidas. Con las actividades de construcción se generarán partículas suspendidas totales debido al movimiento de tierra



y manejo de materiales; principalmente por los trabajos de excavación, así como por la descarga y acumulación de materiales en el sitio.

- Generación gases. La operación de la maquinaria pesada que se empleará en la realización de los trabajos de construcción, causará impactos adversos poco significativos por la emisión de los gases contaminantes al ambiente
 - Generación de ruido. Los trabajos a realizarse, la maquinaria y equipos a emplearse generarán ruido con efectos muy locales.
- **Flora:** Introducción de flora. Al entregar el edificio terminado, se tendrá un aspecto benéfico con el suministro de pasto y de árboles.
 - **Fauna:** Generación de insectos por existencia de basura, por lo que puede presentarse un impacto negativo debido a la molestia que provocan a la población en general.
 - **Suelo:**
 - Se generará un impacto benéfico sobre el paisaje, debido a la arquitectura que se pretende adoptar en dichos edificios serán de la misma característica que se observa dentro de la Universidad, es por ello que se emplearán materiales y colores comunes.
 - Incremento de desechos sólidos Generación de residuos sólidos debido al consumo de productos comestibles por parte de personal de obra.
 - **Aspectos socioeconómicos:** Generación de empleo. Se requerirá de la contratación de mano de obra para los trabajos de construcción del edificio, con lo que habrá una generación de empleo importante.

Operación y Mantenimiento

- **Agua:**
 - Incremento en la demanda de agua en el campus. Durante la etapa de Operación y Mantenimiento del Edificio, el consumo se incrementará para atender el servicio de sanitarios con la subsecuente explotación de los mantos acuíferos.
 - Generación de aguas residuales, durante la operación del Edificio.

Aspectos socioeconómicos: Generación de empleo. Se requerirá de la contratación tanto de personal de mantenimiento como de académicos, con lo que habrá una generación de empleo importante.

Listas de Chequeo

Lista de Chequeo Simple. Es el método más sencillo, pero no menos importante, proporcionando un enfoque amplio y flexible para identificar los impactos directos de un proyecto.

PREGUNTA O CUESTIONAMIENTO		
DURANTE LA FASE DE DISEÑO, CONSTRUCCION, FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO, EL PROYECTO GENERARÁ		
	SI	NO
FACTOR SUELO		
Cambios en el uso del suelo ?	X	
Eliminacion de cobertura vegetal ?	X	
Movilizacion de carbono ?		X
Transformacion de estructura ?	X	
Transformacion de textura ?	X	
FACTOR AGUA		
Residuos liquidos ?	X	
Uso de agua superficial o subterranea de la zona de trabajo ?	X	
FACTOR FAUNA		
fracmentacion de fauna ?	X	
Desplazamiento de poblaciones ?		X
FACTOR SOCIECONOMICO		
Empleos directos o indirectos ?	X	
Desplazamiento de poblaciones ?	X	
Cambios ingreso de poblacion ?		X
Riesgos a la salud humana ?	X	

FIGURA 4: LISTA DE CHEQUEO SIMPLE
Fuente:

Lista de Chequeo Descriptiva. Contienen descripciones de los posibles impactos, facilitando la toma de decisiones por parte del equipo evaluador, son ampliamente utilizadas en los estudios de impacto ambiental. Se realiza mediante un método simple suplementario.

IMPACTO/FACTOR	BASES PARA LA ESTIMACIÓN
1. ECONOMÍA LOCAL Empleo	Estadísticas actuales o más recientes sobre las tasas de empleo y desempleo en la ciudad.
2. MÉDIO AMBIENTE NATURAL Calidad del aire Calidad del agua Vida silvestre y vegetación	Concentraciones ambientales actuales, emisiones actuales y esperadas, modelos de dispersión y mapas de población. Efluentes actuales y esperados, concentraciones ambientales actuales, modelos de calidad del agua. Determinación de tipo de vegetación predominante en las cercanías del proyecto.
3. VALORES ESTÉTICOS Y CULTURALES Atractivos Lugares Conocidos	Revisión actual de lugares de interés y atractivos de la ciudad.
4. SERVICIOS PÚBLICOS Y PRIVADOS Agua potable Sensación de seguridad Educación Servicios de energía	Entidades públicas prestadoras de servicios (proactiva, ebsa, ministerio de educación, etc)

FIGURA 5: LISTA DE CHEQUEO DESCRIPTIVA
Fuente:

Implementación de la Matriz de Leopold

Entre los temas a tratar dentro del contenido de la temática, se analizaron los efectos e impactos de los tres (3) pasos generales de una obra, los cuales se anunciarán a continuación, utilizando un tipo de artículo reflexivo, en donde se presentarán los resultados obtenidos de una investigación realizada al edificio Santo Domingo.

Preparación del Sitio: Dentro de este apartado, se realizó una descripción concreta y objetiva de las principales actividades que integran esta etapa, señalando las características, diseños o modalidades, volumen del suelo que se removerá, tipo y cantidad de combustible y/o energía necesaria para realizar la actividad, recursos e insumos utilizados (respecto a la maquinaria), personal requerido, tipo de maquinaria y equipo.

Durante las labores de preparación de la obra se deberá construir una bodega provisional para el cuidado de los materiales y equipos. Para el manejo del agua se instalará un tanque con el fin de poder contar con un gran almacenamiento los cuales se llevarán para tomas de agua dentro del Edificio.

Etapas de Construcción: Una vez realizados los despalmes y excavaciones correspondientes a la preparación del sitio, se procederá a realizar la cimentación del edificio, prolongando con las respectivas actividades que abarcan este apartado:

1. Columnas de concreto
2. Muros
3. Registros
4. Cajas de inspección
5. Losas de entresijos
6. Vigas
7. Recubrimientos
8. Instalaciones Hidráulicas y sanitarias
9. Instalación Eléctrica
10. Vidriería
11. Pinturas y Acabados

Una vez terminados cada una de las actividades anteriormente nombradas, se tiene que entrar en la última fase o etapa del edificio, la cual corresponde a la etapa de Operación y Mantenimiento.

Etapas de Operación y Mantenimiento: Se pretende generar una descripción detallada del tipo de servicio que brindarán las instalaciones, dentro de las cuales el edificio Santo Domingo contará con gran cantidad de aulas de clases, laboratorios, auditorios, zonas verdes, salas estar, baños, etc.

Para el estudio de impacto ambiental del edificio, se realizó la elaboración de la matriz de Leopold con el fin de poder determinar los mayores impactos positivos y negativos generados dentro de las actividades analizadas. Esta matriz se implementó con respecto a cada una de las actividades o etapas del Proyecto.

Análisis de Para la Evaluación a las Matrices

En esta primera fase de preparación del sitio, se analizan las interacciones entre las acciones del proyecto y los elementos que pueden ser vulnerables a dichas acciones, en la matriz se observa que la sumatoria horizontal y vertical corresponde a los impactos e importancia de los elementos y las acciones respectivamente, posteriormente, se analizan aquellas sumatorias de impacto que superen las ± 5 unidades (de manera arbitraria) con base en autores y demás investigaciones con las que se pueda contar.

Se analizaron cada una de las actividades y elementos que representa la matriz, con el fin de determinar la magnitud e importancia que se presenta en el proyecto con respecto a los impactos tanto positivos como negativos y determinar cuáles son los que nos afectan con gran relevancia dentro del proyecto Santo Domingo.

Entre las actividades y elementos analizados se encontraron los siguientes:

- Modificación del hábitat
- Alteración de la Cubierto Terrestre

- Voladuras y perforaciones
- Desmontes y Rellenos

Estas actividades fueron las que tuvieron más relevancia dentro de la fase de preparación del sitio y de las cuales se les generaron procesos de mitigación con el fin de llegar a una posible solución, de tal manera, que se pueda causar una moderación al medio ambiente disminuyendo su impacto.

En esta segunda fase de construcción del edificio, se realizó la descripción de los ítems que se tuvieron en cuenta para la evaluación del proceso de construcción por medio de la matriz de Leopold, con el fin de llevar a cabo un desglose del proyecto que se está realizando en la Universidad Santo Tomás (Tunja) nombrado “Edificio Santo Domingo” el cual actualmente se encuentra en el proceso de construcción.

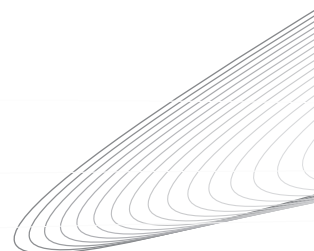
Dentro de esta matriz se analizaron cada una de las actividades y elementos, para poder determinar la magnitud e importancia de los impactos generados en el proyecto, tanto positivos como negativos, y finalmente determinar cuáles son los que afectan con mayor intensidad al proyecto del edificio.

Para el debido análisis del proceso de construcción que se realizó por medio de la matriz de Leopold se tuvieron en cuenta los siguientes:

- Ruido Vibración
- Carreteras y Caminos
- Estructuras Recreacionales
- Desmontes y Rellenos
- Paisaje
- Atmosfera (Calidad)
- Zonas de Recreo
- Estructuras Recreativas
- Salud y Seguridad
- Infraestructura

Estas actividades fueron las que tuvieron más relevancia dentro del proceso de construcción y de las cuales se les generaron procesos de mitigación con el fin de llegar a una posible solución, de tal manera, que se pueda causar una moderación al medio ambiente disminución de su impacto.

En esta tercera y última fase que corresponde a operación y mantenimiento, obtendremos un análisis detallado de las actividades y elementos los cuales pueden generar impactos positivos y negativos para la operación del edificio y el Mantenimiento a las respectivas aulas, laboratorios, Auditorios, etc.



ELEMENTOS AMBIENTALES CON POSIBILIDAD DE SER AFECTADOS			ACCIONES CON IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL EN EL MODELO LEOPOLD										
			MODIFICACIÓN DEL REGIMEN				TRASFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION			CAMBIOS EN TRÁFICO			
			MODIFICACION DEL HABITAD	ALTERACION DE LA CUBIERTA TERRESTRE	ALTERACION DEL PAISAJE	RUIDO VIBRACION	CARRETERAS Y CAMINOS	VOLADURAS Y PERFORACIONES	DEMONTES Y RELLENOS	AUTOMOVIL			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	EXTRACCIÓN DE RECURSOS	SUELOS	-1 / 4			-2 / 3	-2 / 3	-2 / 3			Sumatoria	-7 / 13	
	AGUA	SUPERFICIALES				-3 / 5						-3 / 5	
		SUBTERRÁNEAS					-5 / 4					-5 / 4	
	ATMÓSFERA	CALIDAD (GASES, PARTICULAS)	-2 / 5									-10 / 16	
	PROCESOS	COMPACTACIÓN Y ASIENTOS					-1 / 3	-3 / 4					-4 / 7
		ESTABILIDAD	-4 / 5		-1 / 7		-2 / 6	-1 / 6					-8 / 24
		SISMOLOGÍA			-1 / 6		-2 / 6	-2 / 6					-5 / 18
MOVIMIENTOS DE AIRE		-3 / 1										-3 / 1	
FACTOR BIÓTICO	FLORA	ARBUSTOS	-3 / 2	-3 / 2		-3 / 1		-2 / 1				-11 / 6	
	FAUNA	INSECTOS	-4 / 6									-4 / 6	
FACTORES CULTURALES	NIVEL CULTURAL	SALUD Y SEGURIDAD			-1 / 2	4 / 6	-2 / 3	6 / 4	-1 / 2			0 / 16	
		EMPLEO	5 / 6			3 / 5	3 / 5	4 / 5				15 / 21	
	SERVICIOS	RED DE SERVICIOS	-2 / 2									-2 / 2	
Sumatoria			-7 / 8	-7 / 23	-3 / 2	-3 / 15	-1 / 20	-11 / 33	-10 / 30	-5 / 8			

FIGURA 6. MATRIZ DE LEOPOLD (FASE DE PREPARACIÓN DEL SITIO)
Fuente:

ELEMENTOS AMBIENTALES CON POSIBILIDAD DE SER AFECTADOS			ACCIONES CON IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL EN EL MODELO LEOPOLD					
			MOD. DEL REGIMEN	TRASFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION			ALTERACION DEL TERRENO	
			RUIDO VIBRACION	CARRETERAS Y CAMINOS	ESTRUCTURAS RECREACIONALES	DEMONTES Y RELLENOS	PAISAJE	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	AGUA	SUPERFICIALES		-5 / 3	-4 / 2			
		SUBTERRÁNEAS		-3 / 2	-3 / 2			
	ATMÓSFERA	CALIDAD (GASES, PARTICULAS)	-6 / 5	-5 / 5	4 / -5	3 / 3		
	PROCESOS	COMPACTACIÓN Y ASIENTOS	-6 / 5	-4 / 2	-6 / 6	5 / -3	2 / -7	7 / 7
ESTABILIDAD		-4 / 3	-3 / 2	-7 / 7	4 / -4	3 / -5	4 / 4	
SISMOLOGÍA		-5 / 5	-3 / 2	-5 / 3	-4 / 3	-5 / 2	3 / 3	
FACTORES CULTURALES	RECREATIVOS	ZONAS DE RECREO	-4 / 5	-7 / 5	-8 / 6	-7 / 5	-8 / 7	
	ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	ESPACIOS ABIERTOS	-6 / 4	-6 / 5	-7 / 5	-8 / 5	-6 / 6	4 / 4
		PAISAJES	-6 / 5	-5 / 3	-7 / 7	-5 / 4	-6 / 4	7 / 7
	NIVEL CULTURAL	SALUD Y SEGURIDAD			-8 / 7		-3 / 3	
		EMPLEO	-5 / 5	-4 / 3	-6 / 6	-5 / 3	-4 / 3	2 / 2
	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	ESTRUCTURAS	-7 / 7	-5 / 4	-7 / 4	-6 / 6	-5 / 6	3 / 3
RED DE SERVICIOS		-5 / 6	-5 / 3	-4 / 4	-4 / 2	-4 / 3	4 / 4	

FIGURA 7. MATRIZ DE LEOPOLD (FASE DE CONSTRUCCIÓN)
Fuente:

ELEMENTOS AMBIENTALES CON POSIBILIDAD DE SER AFECTADOS MAGNITUD/IMPORTANCIA			ACCIONES CON IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL EN EL MODELO LEOPOLD													
			MODIFICACION DEL REGIMEN		TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN		ALTERACIONES DEL TERRENO		RECURSOS RENOVABLES		SITUACION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS					
			RIEGO	RUIDO VIBRACIÓN	ESTRUCTURAS RECREACIONALES	PASAJE	FERTILIZACION	RECICLADO DE RESIDUOS	VERTIDO DE RESIDUOS URBANOS							
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	AGUA	SUPERFICIALES	-4	2	1	1	2	2	1	1	4	2	1	1	7	8
		CALIDAD	5	2	1	1	4	7	2	6	1	1	-5	3	-7	3
	ATMÓSFERA	LIDAD (GASES, PARTICULA	1	1	1	1	-2	2	-5	2	-7	2	-5	2	-8	3
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FAUNA	INSECTOS	1	1	1	1	-3	2	-2	2	-5	3	-8	1	3	7
FACTORES CULTURALES	RECREATIVOS	ZONA DE BAÑO											-5	3	-3	3
		ZONAS DE RECREO			2	2	5	7	5	3	-2	2				
	NIVEL CULTURAL	SALUD Y SEGURIDAD	5	6	-5	5	5	7	2	5	-2	3	-3	3	-5	5
		EMPLEO	5	5			3	2			3	5	-3	1	-2	1
	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	RED DE SERVICIOS					5	2	1	1	3	2	8	5	4	3
		DISPOSICIÓN DE RECURSOS	2	7	-2	5	2	5	5	9	3	5	2	3	2	3
	MAGNITUD IMPORTANCIA	15		-1		21		9		-2		-18		-9		
			24		16		36		29		25		22		36	

FIGURA 8. MATRIZ DE LEOPOLD (FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)
Fuente:

Las actividades y los elementos analizados dentro del proceso de operación y mantenimiento fueron los siguientes:

- Agua
- Atmosfera
- Fauna
- Recreativos
- Nivel Cultural (Salud y Seguridad)
- Servicios e Infraestructura

Estas actividades fueron las que tuvieron más relevancia dentro del proceso de operación y mantenimiento y de las cuales se les generaron procesos de mitigación con el fin de llegar a una posible solución, de tal manera, que se pueda causar una moderación al medio ambiente disminución de su impacto.

Propuestas de Mitigación

Una vez analizada cada una de las matrices y de encontrar cuales fueron las de mayor magnitud e importancia, se llevó a cabo un análisis para determinar posibles mitigaciones a cada

actividad y elemento de cada matriz, dependiendo la fase en la que se encuentre con el fin de llegar a una solución de los impactos más relevantes generando una óptima medida para el bienestar del medio ambiente.

Correspondiente a cada fase evaluada y analizando los impactos y magnitudes más relevantes se determinaron las siguientes mitigaciones:

- **Ruido-Vibración:** Para atenuar este impacto, sería deseable trabajar con las maquinarias en horarios de poca actividad académica, pero considerando un aumento en el costo de la maquinaria parada.
- **Carreteras y Caminos:** teniendo en cuenta que la obra contara con varios caminos que conectan entre las edificaciones o entre las zonas recreacionales se verán reflejadas la generación de partículas al momento de realizar la remoción de tierras o adecuación del terreno, por lo tanto, es necesario humedecer la zona de trabajo antes de empezar con el proceso con el fin de disminuir la generación de partículas.
- **Desmontes y Rellenos:** La generación de polvos durante la etapa de construcción se inhibirá si se realiza fase húmeda, es decir previos a un rocío con agua de los materiales susceptible de generar polvos.
- **Paisajes:** Se considera que finalmente la arquitectura del edificio se integrará a la tipología de la universidad. Teniendo en cuenta que el diseño es modernista de acuerdo a sus alrededores y las necesidades de la Universidad.
- **Agua:** Como medida de mitigación las aguas captadas del drenaje pluvial del edificio pueden ser respuestas al subsuelo, siendo utilizadas para regar áreas verdes se considera que no se tendrán problemas para solucionar el suministro porque se contará con el necesario de la empresa de aguas en Tunja (Proactiva).

- **Aguas Residuales:** La generación de agua durante las respectivas etapas estará afectada en menor grado, ya que se manejará un sistema de drenaje de aguas negras adecuado.
- **Aire (partículas suspendidas):** La generación de polvo durante la etapa de construcción se inhibirá si se realiza en fase húmeda, es decir previos a un rocío con agua de los materiales susceptible de generar polvos.
- **Generación de insectos por existencia de basuras:** Para mitigar este impacto en las etapas de preparación, construcción y operación y mantenimiento, se colocarán recipientes en diferentes sitios de la obra y del edificio para colocar las basuras generadas por los trabajadores y los estudiantes, posteriormente con el programa que se maneja en la universidad sobre la separación de basuras, se reducirá la generación de insectos.

CONCLUSIONES

Realizando una más generalizada tabulación de los datos obtenidos en matrices de Leopold, se puede notar que la etapa que más impacto cuantitativo genera es la de construcción, pues es en ésta fase en la que se llevan procesos más complejos para el proyecto; así como la utilización de materiales y maquinas que generan mayor impacto en comparación con los (as) utilizados (as) en las otras fases, las cuales en términos fundamentales son menos complejas y tardan menos tiempo, factor por el cual se genera también un mayor impacto en la etapa constructiva. Asimismo, la etapa de operación y mantenimiento es la que genera en su sumatoria, un impacto positivo considerando la generación de oportunidades de empleo, estudio y desarrollo urbano.

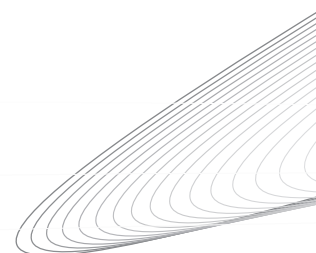
Existen interacciones en las matrices de Leopold que, a pesar de tener un bajo impacto, tienen una alta importancia; estas interacciones sin embargo son menos tenidas en cuenta, pues la importancia llega a ser un

segundo criterio de calificación; una interacción con alta importancia, no llega a ser significativa si su impacto es bajo.

Con el fin de llevar a cabo un buen proceso de mitigación de los impactos, se debe tener en cuenta el impacto total que se tiene por acción; dichas mitigaciones no son más que modificaciones a los procesos constructivos que se llevan a cabo durante el proyecto, lo que quiere decir también que lo que hasta ahora se ha construido ya no tiene una solución, debido a que el impacto ya se generó.

REFERENCIAS

- [1] Calderón, T., & Javier, J. (2009). Análisis constructivo del proceso de evaluación de impacto ambiental en Colombia. Propuestas de mejora.
- [2] Ponce, V. (2011). La Matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental. Recuperado de http://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html.
- [3] Espinoza, G. A. (2002). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. BID/CED.
- [4] Pereira, I. (2011). La matriz de Leopold en EIA. Disponible en dirección electrónica <http://www.eoi.es/blogs/ivanpereira/la-matriz-de-leopold-en-eia/>, visitado en Abril, 10.
- [5] Neumann, A. L., Millán, M. I., & Aumente, P. A. R. (2005). Investigación e impacto ambiental de los edificios. *La Energía. Informes de la Construcción*, 57(498), 47-61.
- [6] Rivas, H. (1998). Los impactos ambientales en áreas turísticas rurales y propuestas para la sustentabilidad. *Gestión turística*, (3), 4.
- [7] <http://www.ustatunja.edu.co/galerias-edificio-santo-domingo>
- [8] *Introducción Metodologías* (Javier Eduardo Becerra)
- [9] *Metodología general para la presentación de estudios ambientales* (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)
- [10] <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/1Sitios+turisticos2.pdf/cd4106e9-d608-4c29-91cc-16bee9151ddd>
- [11] <http://www.boyaca.gov.co/prensa-publicaciones/mi-boyac%C3%A1/hidrografia-boyacense>



Origen, Acción y Daños Causados por Presencia de Sales en Materiales de Construcción.

Origin, Action and Damages caused by presence of salts in construction materials.

Origem, Ação e Danos Causados pela Presença de Sais em Materiais de Construção.

Andrea Carolina Ajiaco Parra

Estudiante. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.
Correo electrónico: andrea.ajiaco@usantoto.edu.co. Tunja – Colombia.

César Santiago Barrera Barrera

Estudiante. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.
Correo electrónico: cesar.barrera@usantoto.edu.co. Tunja – Colombia.

Thalia Isabella Ulloa Barón

Estudiante. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.
Correo electrónico: thalia.baron@usantoto.edu.co. Tunja – Colombia.

Resumen

Este documento recopila información bibliográfica acerca del origen, acción y daños que las sales ocasionan en los materiales usados en ingeniería civil. Se realiza una aproximación a conceptos tales como: sales, cristalización de sales, eflorescencias en mampuestos cerámicos, depósitos de sales, eflorescencias más frecuentes y una recopilación de los principales daños causados por las sales en los materiales de construcción como lo son la alveolización, el fracturamiento, disgregación, corrosión por cloruros y ataques por sulfatos. Finalmente se muestran una serie de ejemplos de caso en los que las presencias de sales han provocado daños en materiales de construcción y rocas. Se llegó a la conclusión de que los materiales de construcción son susceptibles al deterioro por presencia de sales, ya sea en ataques químicos por la interacción de sulfatos y cloruros con los materiales, como en ataques físicos principalmente por la cristalización e hidratación de sales presentes en los poros de los materiales; son aquellos que presentan un mayor coeficiente de absorción capilar y mayor porosidad.

Palabras clave: Sal, sulfatos, cristalización de sales, daños, materiales de construcción.

Abstract

This document collects bibliographic information about the origin, action and damages that salts cause in the materials used in civil engineering. An approach is made to concepts such as: salts, crystallization of salts, efflorescence in ceramic masonry, salt deposits, more frequent efflorescence and a compilation of the main damages caused by salts in building materials such as alveolization, fracturing, disintegration, corrosion by chlorides and sulphate attacks. Finally, a series of case examples are shown in which the presence of salts has caused damage to construction materials and rocks. It was concluded that the construction materials are susceptible to deterioration by the presence of salts, either in chemical attacks by the interaction of sulfates and chlorides with the materials, as in physical attacks mainly by the crystallization and hydration of salts present in the pores of the materials; are those that have a higher coefficient of capillary absorption and greater porosity.

Key Words— Salt, Sulfates, Salt Crystallization, Damage, Construction Materials.

Para citar este artículo: Ajiaco-Parra, AC. Barrera-Barrera, C.S (2017). "Origen, acción y daños causados por la presencia de sales en materiales de construcción". In *L'esprit Ingénieux*. Vol. 8, pp. 52-67.

Resumo

Este documento coleta informações bibliográfica sobre a origem, ação e danos que os sais causam nos materiais utilizados na engenharia civil. Uma aproximação é feita para conceitos como: sais, cristalização de sais, eflorescência em alvenaria de cerâmica, depósitos de sal, eflorescência mais frequente e uma compilação dos principais danos causados por sais em materiais de construção como alveolização, fraturação, desintegração, corrosão por cloretos e ataques por sulfatos. Finalmente, uma série de exemplos de casos é mostrada em que a presença de sais causou danos a materiais de construção e rochas. Concluiu-se que os materiais de construção são suscetíveis à deterioração pela presença de sais, seja em ataques químicos pela interação de sulfatos e cloretos com os materiais, como em ataques físicos principalmente pela cristalização e hidratação de sais presentes em os poros dos materiais; são aqueles que apresentam maior coeficiente de absorção capilar e maior porosidade.

Palavras-chave: Sal, Sulfatos, Cristalização De Sais, Danos, Materiais De Construção.

INTRODUCCIÓN

Entender el deterioro de los materiales de construcción causados por agresiones físicas, químicas, mecánicas o biológicas es de gran importancia en la labor de ingenieros civiles, debido a que somos responsables de la integridad física de las edificaciones y obras civiles que desarrollemos, por cuanto representan la seguridad y conservación de vidas humanas.

En las rocas, concretos y mampostería se dan en gran medida deterioro por la presencia de sales que junto a factores ambientales como los vientos y el agua dan origen a los procesos de meteorización y erosión.

La humedad junto con las sales, son los principales factores en las patologías estructurales o de los materiales de construcción, debido a que estas se van acumulando en las juntas, muros o en el acero. Analizar el origen de las sales y de la humedad, conlleva varios estudios, debido a que la complejidad en las eflorescencias o en el sistema capilar del material, se debe hacer de forma minuciosa. Para saber el comportamiento de los materiales de construcción se debe conocer su composición, la porosidad del material la cual es de suma importancia, ya que por los poros se propaga la migración de soluciones salinas al interior del material.

El presente trabajo tiene como objetivo recopilar información que ayude a entender el origen, la acción y los daños que pueden ocasionar las sales en los materiales de construcción y en la integridad física de las estructuras de roca, mampostería y concreto reforzado.

APROXIMACIÓN CONCEPTUAL

a. Sales

"Las sales forman un grupo muy importante de sustancias con particular interés en los materiales de construcción. Son el resultado de la reacción química entre un ácido y un álcali o un ácido y un metal" (Addleson, 2001)

