



**Estudio de impacto ambiental ex – post para la  
industria textil del Canton Pelileo- provincia de  
Tungurahua- Ecuador**

**Autor:** Carlos Javier Eugenio Torres

**Institución:** Universidad Tecnológica Indoamerica

**Otros autores:** Ing. Marisol Naranjo (Universidad Indoamerica)

## Resumen

San Pedro de Pelileo denominado la ciudad Azul, se caracteriza por el desarrollo de la industria Textil, está ubicado en el corazón de la provincia de Tungurahua a 130 km de Quito capital del Ecuador. La actividad industrial a la que hace referencia el presente artículo comprende la problemática de las empresas dedicadas al acabado de prendas confeccionadas [8].

Es interesante observar que precisamente los factores de competitividad de los productos textiles coinciden con aquellas etapas del proceso que representan un mayor riesgo ambiental, debido a que son especialmente intensivas en el consumo de agua, colorantes y demanda de energía térmica. Esto evidencia la necesidad de abordar de manera responsable el tema ambiental, sin verlo como una amenaza para el crecimiento del sector sino más bien como la oportunidad para fortalecerlo integralmente y hacerlo más competitivo.

Un factor importante en este aspecto es identificar las ineficiencias presentes en esta actividad. En el Estudio de Impacto Ambiental Ex –post para la Industria Textil del cantón Pelileo, efectuado por la Universidad Tecnológica Indoamérica, se realiza la Evaluación de Impacto Ambiental, mediante una matriz de valoración, en donde se analizan los componentes ambientales identificados y relacionados con las actividades desarrolladas durante las distintas etapas de los procesos de lavado y tinturado o teñido.

Conjuntamente se realizó análisis de los efluentes industriales, posterior al tratamiento primario, además se consideran los parámetros de la Normativa Ambiental Nacional vigente, para la comparación y verificación del cumplimiento de los límites permisibles.

Para prevenir y mitigar los impactos ambientales se presenta el Plan de Manejo Ambiental para que se aplique en las empresas del sector textil concerniente a los procesos de tinturado y lavado, además el cumplimiento de dicho plan promoverá el uso eficiente del agua y la energía, y promoverá su competitividad a través del ahorro.

Con esto se busca, no sólo la prevención de los impactos ambientales, sino también el mejoramiento de la eficiencia de los procesos (mostrando alternativas de producción sostenibles para el sector) y el beneficio económico asociado a la disminución de costos directos y a la minimización del costo de control de la contaminación.

**Palabras claves:** Estudio de Impacto Ambiental, descargas líquidas, normativa ambiental, procesos, textil, parámetro

## Abstract

Pelileo City is known as the blue city because of the development of the denim industry. It is located in the Tungurahua province is located 130 km. from Quito - the capital of Ecuador. In this article, we refer to the industrial activity and the problems of the companies engaged in finishing of garments made.

It is interesting to observe that the factors of competitiveness of textile products precisely match those process steps that represent a greater environmental risk, because they are especially intensive in the consumption of water, coloring and the demand of thermal energy is also higher. This makes evident the need to address environmental issues responsibly, without seeing it as a threat to the growth of the sector but rather as an opportunity to strengthen it and make it more competitive.

An important factor at this point is to identify the existing inefficiencies in this activity. In the Study of Environmental Impact Ex-post for the Textile Industry of Pelileo City conducted by Indoamerica Technological University, an Evaluation of the Environmental Impact is carried out through an assessment sheet, which analyzes the environmental components identified and related to the activities developed during the different stages of the process of washing and dyeing.

An analysis of industrial effluents was also made after the primary treatment, furthermore the parameters of the current National Environmental Standards are considered for comparison and verification of the compliance with the permissible limits.

In order to prevent and mitigate environmental impacts, the Environmental Management Plan is presented for its application in the textile factories which have to do with dyeing and washing. The fulfillment of this plan will promote the efficient use of water and energy, promoting competitiveness through savings.

This seeks not only the prevention of environmental impacts, but also improving the efficiency of processes (showing sustainable production alternatives for industry) and the economic benefit associated with lower direct costs and minimization of the cost of pollution control.

**Keywords:** Study of Environmental, liquid discharges, environmental regulations, processes, textile parameter.

## 1. Introducción

“... los costos serán elevados y los peligros de dar pasos en falso son perfectamente reales, pero ignorar la necesidad de esta transformación es un riesgo todavía mayor para muchas empresas” [1]. El Estudio de Impacto Ambiental Ex – post, para la Industria textil del cantón Pelileo, busca evaluar los posibles Impactos ambientales que pueden ser provocados durante la ejecución de los procesos productivos de la Industria textil, y proponer medidas ambientales adecuadas para prevenir, mitigar, controlar los impactos ambientales negativos y potenciar aquellos identificados como positivos.

La industria textil es uno de los sectores con un alto consumo de agua: emplean en promedio 80 litros de agua por pieza, lo que se ve reflejado en el volumen de generación de vertidos. En los últimos años se ha presentado mayor interés por parte de la Autoridad Ambiental para solucionar la problemática de contaminación del recurso hídrico, participando activamente en la prevención y el control ambiental a nivel local, regional y nacional [6].

La presente investigación está orientada a optimizar la gestión ambiental, de las empresas del sector textil. La finalidad del desarrollo de la investigación es proponer las distintas actividades a implementar dentro del Plan de Manejo Ambiental, planteando medidas que generen un beneficio ambiental y económico. Por lo tanto la Implementación del Plan de Manejo Ambiental en las empresas logra prevenir aspectos e impactos ambientales en el entorno y encaminar a las empresas a concordar no solo con las autoridades de control sino también con la comunidad y el medio ambiente.

## 2. Métodos

Para el desarrollo de la presente investigación se logró acceder a la información de las empresas bajo convenio con la UTI, lo que permitió realizar la investigación con la participación de todos los involucrados, obteniendo datos reales y verificables.

### 2.1. Caracterización del Área de Estudio

País: Ecuador  
Provincia: Tungurahua  
Cantón: Pelileo  
Altitud: 2636 m.s.n.m.

## 2.2. Materiales y Equipos

Materiales y equipos empleados en el trabajo de campo: cámara digital, computador, envases esterilizados para recolección de muestras de aguas residuales.

Para análisis de aguas residuales, se emplearon los equipos del laboratorio ambiental de la Facultad de Ingeniería Industrial, tales como: Turbidímetro HI 93703, Fotómetro NOVA 60, Termoreactor TR 320, y reactivos químicos, validados por un laboratorio acreditado por la OAE (Organismo de Acreditación Ecuatoriana)

## 2.3. Enfoque

- El enfoque de la investigación aplicado fue el cuali-cuantitativo. Porque se utilizó la matriz y el Método de Leopold y se caracterizó 16 muestras en laboratorio y 2 en In situ.
- Modalidad de la investigación: Investigación de campo, investigación bibliográfica.
- Universo 58 lavanderías del cantón Pelileo [3]. , y se determinó una muestra de 8 lavanderías, en base al tamaño de las empresas, considerando la capacidad de producción mensual.

Se determinaron los puntos de descarga para la recolección de las muestras de los vertidos.

## 2.4. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales

La evaluación de los impactos ambientales se realiza en tres fases, identificación de impactos, valoración cualitativa de impactos y evaluación cuantitativa de impactos.

### **Fase No. 1 - Identificación de Impactos:**

La identificación de los impactos ambientales, es una de las tareas más complejas e implica una serie de pasos y actividades previas, estas actividades básicamente pueden resumirse dentro de los siguientes puntos:

- Conocer el proyecto.
- Conocer el ambiente o entorno donde se desarrolla el proyecto.
- Determinar las interacciones.

Este método utiliza un listado de los factores ambientales y los relaciona con las actividades de cada área de la empresa, por medio de una matriz de doble entrada.

Mediante la observación y entrevistas al personal que labora en las empresas y personas ubicadas en el área de influencia, se logran identificar los impactos. Ésta identificación no considera ningún parámetro de medición como magnitud, intensidad ni

extensión del impacto; debido a que, estas medidas se las analiza en las fases siguientes.

*Fase No. 2 – Valoración cualitativa de impactos:*

Para la evaluación de los impactos, se ha utilizado la matriz y el Método de Leopold, que es una matriz de causa – efecto, y que puede ajustarse a distintas etapas de un proyecto o actividad, este sistema es de gran utilidad para valorar cualitativamente. [2]

Esta matriz de interacción permite determinar las acciones en las distintas fases de operación de la actividad, que afectan a los recursos naturales, es importante debido a que proporciona una idea general entre las acciones y los componentes ambientales; para luego confrontarlas.

En segundo término, se determina la importancia de cada interacción dentro del contexto general de todo el proyecto ya en operación [5].

Posteriormente se reconoce la magnitud con valores asignados al efecto o daño causado por la acción dentro del componente ambiental que puede ser positivo o negativo. A través de la metodología descrita en los párrafos anteriores se construyó la matriz de Leopold modificada para la fase de ejecución u operación de las empresas sujetas de estudio señalando la situación actual o línea base

*Fase No. 3 – Evaluación cuantitativa de impactos:*

Finalmente la comprobación de la matriz identifica si las acciones en la fase de ejecución u operación son ambientalmente positivas o negativas.

Se realizan las sumas por filas y columnas. Las sumas por filas reflejan una idea de los factores ambientales más impactados por las acciones del proyecto. Sobre estos factores se pueden proponer medidas protectoras para disminuir su impacto. La suma por columnas reflejará una idea de cuáles son las acciones más impactantes del proyecto sobre los factores, componentes, sistemas o medios que forman el medio ambiente. Sobre las acciones identificadas como más impactantes se proponen medidas correctoras que minimicen el impacto de las mismas.

COMPONENTES	Componentes biofísicos											Componente socio económico						Impactos negativos	Impactos positivos	Impactos totales	Agregación de impacto	Impacto Promedio	
	Aire			Suelo				Flora y Fauna		Paisaje	Empleo	Seguridad	Social	Sitio de interés	Relación con la comunidad	Uso del suelo							
ACCIONES	Ruidos	Producción de	Olores	Emisión gases	Capa Orgánica	Erosión	Calidad	Cambio del Uso	Flora	Fauna							Impacto visual						
Actividades	Recepción de prendas	-4	-1,8	-5,6	-5,6	-5,6	-5,6	-3,5	-2,1	-1,4	-9	10	-7	-5,6	-4,5	-8,8	-8,1	16	1	17	-74	-4,3	
	Lavado y suavizado	0	-0,6	-1,4	-0,5	-3,6	0	0	-0,9	-1,8	-2,4	-6,4	8	-4	-4	-4,5	0	-4,5	12	1	13	-27	-2,0
	Teñido	-5,5	-1,4	0	-1	-3,6	-1	-1	-1	-4,5	-4,5	-6,4	6,4	-5,6	-3,5	-4,5	0	-4,5	14	1	15	-42	-2,8
	Desgaste de prendas	-4,2	-0,5	-2,4	-7,2	-4,5	-0,5	-0,5	-0,5	-4	-4	-7,2	7,2	-5,6	-4,2	-5,4	-8	-5,6	16	1	17	-57	-3,4
	Secado	-3,2	-0,4	-4,9	-4	-4	-7,2	-8	-2,5	-5,6	-6,4	-6,4	8	-6,4	-3,5	-4,5	0	-6,4	15	1	16	-65	-4,1
	Acabado	-2,7	-3,5	-1,4	-1,2	-0,6	-0,5	-3	-2,5	-3	-3	-4,9	8	-6,3	-3	-4	0	-4,8	15	1	16	-36	-2,3
	Control de calidad y entrega	0	-2	-0,5	-0,1	0	0	0	-3	-2,8	-2,8	-3,5	7,2	-6,3	-3,5	-4,5	0	-2,4	11	1	12	-24	-2,0
Impactos negativos	5	7	6	7	6	5	5	7	7	7	7	0	7	7	7	2	7	99					
Impactos positivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0		7				
Impactos totales	5	7	6	7	6	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7	2	7			106			
Agregación de impacto	-19,6	-10,2	-16,2	-19,5	-21,9	-14,8	-18,1	-13,9	-23,8	-24,5	-43,8	54,8	-41,2	-27,3	-31,9	-16,8	-36,3				-325		
Impacto Promedio	-3,9	-1,5	-2,7	-2,8	-3,7	-3,0	-3,6	-2,0	-3,4	-3,5	-6,3	7,8	-5,9	-3,9	-4,6	-8,4	-5,2						-3,1

**Figura 1. Matriz de Valoración**

Al mismo tiempo para la realización de la caracterización de los efluentes de las ocho empresas que fueron seleccionadas de acuerdo a su capacidad de producción, se considero importante que la muestra tomada sea lo mas representativa posible para ello se utilizo un muestreo compuesto tomado proporcionalmente cada hora para un volumen final de 3 litros en envases previamente esterilizados y refrigerados para la preservación y análisis en laboratorio de los 16 parámetros para cada una de las muestras de los vertidos industriales, además de medir 2 parámetros In – situ (Caudal y Temperatura). Este tipo de muestreo es útil cuando los caudales del efluente son relativamente constantes [7].

Los parámetros analizados fueron: pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)5, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, Cobre, Cromo, Níquel, Aceites y grasas, Fenoles, Tensoactivos, Cadmio, Mercurio, Plomo, Zinc, Sulfuro, Caudal y Temperatura.

Los resultados de los análisis se compararon con los límites máximos permisibles del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Libro VI Anexo 1 Tabla 11. [4]

Información del Cliente	Ensayo	Método	Unidades	Resultados	Resultados	Resultados	Límite máximo permisible
				16000 Kg./mes	4500 Kg./mes	< 1200 Kg./mes	
Caja de Revisión	pH	PEAGCENO1	UpH	9,35	9,84	8,12	5-9
	DQO	PEAGCENO2	mg/L	954	716	1504	500
	DBO	PEAGCENO9	mg/L	450	198	1112	250
	Sólidos Suspendidos	PEAGCEN13	mg/L	550	165	885	220
	Sólidos Sedimentables	PEAGCENO5	mL/L	15	<1	18	20
	Cobre	PEAGCENO6	mg/L	0,18	0,22	0,56	1,0
	Cromo	PEAGCENO8	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	0,5
	Níquel	PEAGCENO7	mg/L	<0,05	0,077	0,133	2,0
	Aceites y Grasas	PEAGCEN12	mg/L	<11,8	<11,8	<11,8	100
	Fenoles	PEAGCEN11	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	0,2
	Tensoactivos	PEAGCEN10	mg/L	0,54	0,750	0,690	2,0
	Cadmio	APHA3111D	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	0,02
	Mercurio	APHA3112B	mg/L	0,0041	0,0043	0,0058	0,01
	Plomo	APHA3111B	mg/L	<0,09	<0,09	<0,09	0,5
	Zinc	HACH	mg/L	0,06	0,28	0,43	10
Sulfuro	APHA 4500 S	mg/L	2,82	3,83	2,44	1,0	

**Figura 2. Informe de Resultados de Medición Comparativo Según la capacidad de producción de las Empresas en estudio.**

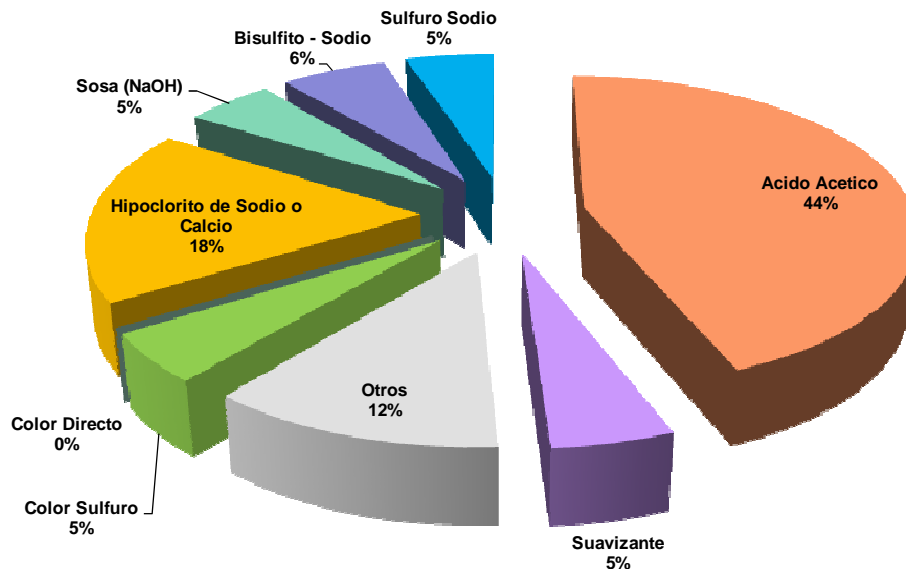
### 3. Resultados

De acuerdo a los resultados de la matriz de evaluación de impactos ambientales, se observa que el impacto ambiental generado por las actividades de las lavanderías textiles incide sobre el recurso hídrico, siendo precisamente esta etapa la que agrega valor a los productos y por lo tanto influye en la competitividad del sector.

Los impactos ambientales que principalmente afectan negativamente al recurso hídrico, están relacionadas con las etapas del proceso que involucran operaciones de desgomado y teñido de prendas, dado que son etapas que requieren grandes cantidades



de agua para brindar las condiciones y el medio adecuado para favorecer la acción de los insumos empleados.



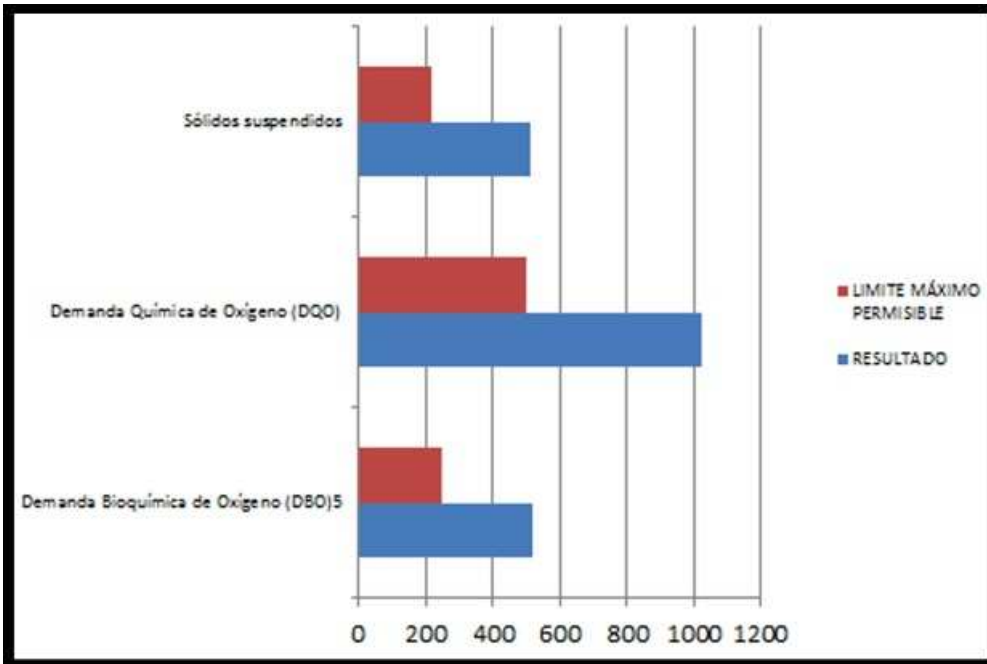
**Figura 3. Principales Productos Químicos Utilizados en la Industria Textil Cantón Pelileo.**

Respecto al componente suelo, considerando los residuos generados, el impacto se encuentra en un nivel de impacto ambiental negativo medio, principalmente relacionado con los lodos provenientes de los desarenadores del tratamiento primario. Así mismo aumenta el impacto negativo la generación, manejo, almacenamiento y disposición de embalaje y envases de los químicos empleados en los distintos procesos.

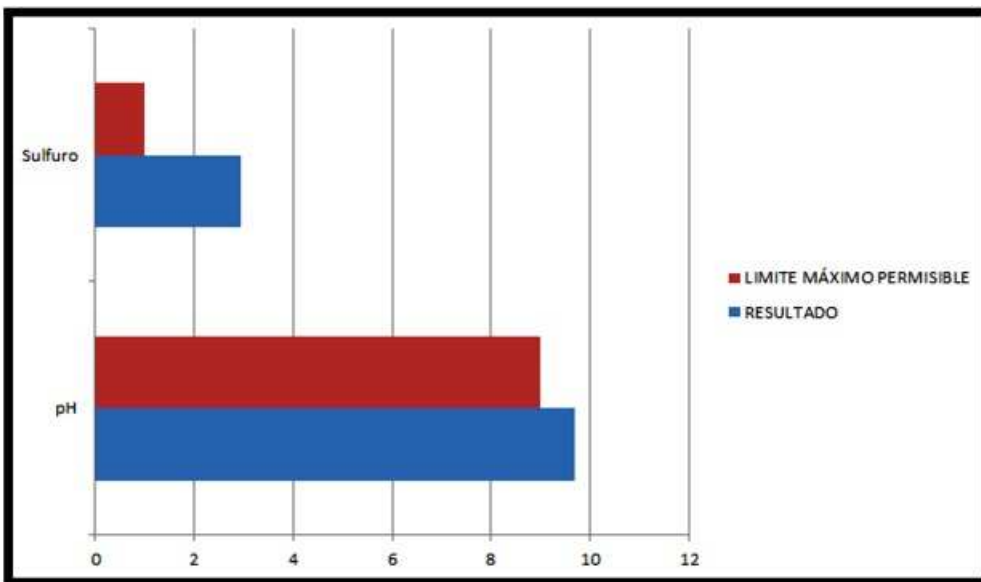
En el caso del impacto referido al componente social se observa que este sector genera un importante impacto positivo al ampliar el empleo tanto directo como indirecto.

Respecto a la salud de las personas expuestas a condiciones de excesiva humedad, exposición a altas temperaturas, vapor de agua, estas condiciones producen estrés térmico que representan un riesgo de accidentes.

En base a los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio acreditado por la OAE, se concluye que 5 parámetros están fuera de norma, es decir sobrepasan los límites máximos permisibles indicados en la legislación ambiental vigente [4]. Estos son: **pH, DBO5, DQO, Sólidos Suspendidos y Sulfuros, los demás parámetros están dentro de norma.**



**Figura 4. Análisis Comparativo con los Parámetros Ambientales de la Normativa Nacional (TULAS)**



**Figura 5. Análisis Comparativo con los Parámetros Ambientales de la Normativa Nacional (TULAS)**

#### **4. Conclusiones**

- El grado de sensibilidad para el recurso hídrico es alto, ya que es mayormente afectado por la fase operativa de las empresas e inciden sobre la salud humana. (cáncer de estómago, páncreas, hígado y colon; además de síndrome de Down, parálisis cerebral, retardo mental, labios leporinos, deficiencias auditivas y visuales) [8]
- Los principales impactos negativos que se presentan en la fase de operación son uso del recurso agua, calidad del agua, calidad del aire, aspectos paisajísticos, así como también existe probabilidad de riesgos sobre la seguridad y salud humana; estos impactos son permanentes, regionales, reversibles a largo plazo y de intensidad alta. Se debe tomar en cuenta que durante la operación los impactos son permanentes, por lo que se debe cumplir estrictamente con lo que establece el Plan de Manejo Ambiental, siempre respetando los límites máximos permisibles señalados en la normativa ambiental nacional.
- Los impactos ambientales positivos están relacionados con la contratación de mano de obra local para las actividades dadas en los procesos de producción.
- El impacto ambiental de acuerdo a la metodología presentada, es significativo, en vista que los mayores impactos se producen a nivel local en áreas sensibles como cuerpos de agua superficiales.
- En base a la evaluación de impactos ambientales se diseñó el Plan de Manejo Ambiental en cumplimiento con la normativa ambiental vigente e incluye normas, especificaciones y medidas propuestas para corregir y reducir los impactos producidos por la fase operativa. El plan de manejo se orienta hacia la gestión ambiental enfocando tecnologías limpias y programas de producción más limpia.
- Es importante analizar la reducción del volumen de agua empleada durante los procesos de tinturado, con la finalidad de reducir los volúmenes de descargas líquidas.
- Con los resultados evidenciados se incumple la normativa ambiental vigente respecto a la tabla 11, del anexo 6 del TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria), las empresas deberían considerar aplicar obligatoriamente medidas tendientes a prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales negativos generados por los procesos industriales.

#### **5. Recomendaciones**

- La Implementación del Plan de Manejo es de vital importancia para que se mitiguen los impactos ambientales negativos provocados principalmente al recurso agua.
- El cumplimiento de las normas ambientales vigentes constituye un eje transversal para las empresas: de esta forma trabajarán con responsabilidad ambiental y social.
- Alcanzar un cambio de actitud ambiental en la ciudadanía con la finalidad de fortalecer la capacidad de gestión de las empresas.

- Se sugiere invertir en programas de caracterización físico- química de los vertidos generados en cada uno de los procesos húmedos del tinturado y lavado de prendas , con la finalidad de:
- Minimizar el consumo de agua, de productos químicos y de descargas líquidas no domésticas.
- Concientizar a los industriales sobre el cambio del tipo de productos químicos textiles hacia materiales ambientales más amigables, como por ejemplo la sustitución de colorantes reactivos por los directos y sulfurosos.
- Con la finalidad de reducir el valor de la temperatura; así como de la concentración de los parámetros, sólidos suspendidos, DBO5, DQO, es importante incluir en los programas la sustitución de productos químicos por otros más eficientes (colorantes y auxiliares) que trabajen a temperaturas menores, revisando el grado de agotamiento que proporcionen, pero en condiciones de planta y no de laboratorio.
- Se recomienda invertir en programas de capacitación y entrenamiento a los dueños y colaboradores de las industrias que brindan servicios de lavado y tinturado de prendas textiles, con la finalidad de que les permita comprender de mejor manera las funciones de cada producto químico involucrado en el proceso y que a su vez puedan afinar de mejor manera sus procesos industriales, orientados siempre a la reducción de productos químicos y al reciclaje o reutilización del agua utilizada.
- Se recomienda desarrollar un proyecto de participación conjunta, entre las municipalidades, representantes de las empresas, universidades, ONG's, todos ellos interesados en apoyar el mejoramiento tecnológico y ambiental de dichas actividades, para la reubicación de las empresas, con la finalidad de viabilizar la ejecución de soluciones ambientales integrales centralizadas y de menor costo.

## 6. Agradecimientos

Agradecemos a nuestros tesisistas que colaboraron en el levantamiento de la línea base, a las empresas textiles del cantón Pelileo por facilitar sus instalaciones para la presente investigación, y la Universidad Tecnológica Indoamérica que brindó apoyo financiero para la ejecución del proyecto.

## 7. Referencias

- [1] ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL (1999). Prontuario de Gestión Medio Ambiental.
- [2] CONESA, V. (2009). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4ª edición.
  - [3]. Información Proporcionada por funcionario de calidad Ambiental del Gobierno Descentralizado del Cantón Pelileo.
  - [4]. MAE, Ecuador. Año 2005. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, Quito.
  - [5] GOMEZ, D. (2007). Evaluación Ambiental Estratégica. Un instrumento para integrar el medio ambiente en la elaboración de planes y programas.
  - [6] CAMARA DE COMERCIO DE TUNGURAHUA, 2006, Jeans de Pelileo. D. Electrónica: <http://www.ecuadata.com/masinfoz.htm>.
  - [7] ASOCIACION NACIONAL DE INDUSTRIALES. (1997) Manual de Caracterización de Aguas Residuales. ANDI, Medellín.
  - [8] DIARIO LA HORA, 2006, "Una industria que contamina" D. Electrónica: <http://www.lahora.com.ec>