

XXXIX Concurso sobre Temas Viales

- 2024 -

POR QUÉ USAR MEZCLAS ASFALTICAS TIBIAS.

GASES DE EFECTO INVERNADERO.

HUELLA DE CARBONO



**Dirección de Vialidad de la
Provincia de Buenos Aires**

Autores: Ing. Morano, Pablo
Ing. Appolloni, Omar

Seudónimo: Huellas

INTRODUCCION:

Las mezclas asfálticas tibias (Warm Mix Asphalt, WMA) tuvieron sus comienzos en el año 1997. Nacen en Europa con el tratado de Kyoto y la Comunidad Económica Europea. La finalidad de este tipo de mezclas, surge a raíz y a los efectos de disminuir los gases del efecto invernadero (GEI).

Se considera mezcla tibia a aquella mezcla que, mediante el empleo de diversas tecnologías, se obtienen menores temperaturas de mezclado y compactación, es una mezcla asfáltica elaborada en caliente. Durante su producción no se afecta la calidad del ligante asfáltico y por lógica la de su mezcla resultante.

Para elaborar este tipo de mezclas asfálticas, podemos emplear tanto materiales reciclados como vírgenes. En las mezclas con materiales reciclados, se podrán usar distintos porcentajes de los mismos, pudiendo llegar a altos valores. Se evaluarán en primera instancia las características y calidad de la mezcla final.

Dentro de las tecnologías enunciadas, contamos con aditivos químicos de distintas composiciones y naturaleza. Se incorporan los mismos al cemento asfáltico, para reducir las temperaturas de mezclado y compactación en un rango de 30 / 40°C, por este efecto, al emplear menor energía para cumplir con dicho objetivo, produciremos Menor cantidad de CO₂, con el beneficio de disminuir el calentamiento global, y la deseada protección del medio ambiente.

Cuando los materiales se calientan en planta, emiten gases nocivos. Al calentarlos a temperaturas inferiores, disminuimos considerablemente el efecto negativo, que producen sobre el medio ambiente o sea tendremos menor impacto ambiental.

Volviendo sobre la calidad final del cemento asfáltico, al someterlo a menores temperaturas, en los procesos de mezclado, transporte y compactación, evitamos un posible envejecimiento del mismo en un alto porcentaje.

Como ya es de conocimiento generalizado, la oxidación de los ligantes asfálticos, se produce en mayor medida, por el sobre calentamiento en película delgada, en

el horno de mezclado, o sea, ocurre la inevitable evaporación de los hidrocarburos volátiles.

UN POCO DE HISTORIA:

Haciendo un poco de historia, en la década de los 80, en algunas Empresas viales, que trabajaban con licitaciones de Municipios exclusivamente, se había comenzado a elaborar mezclas de concreto asfáltico con ciertos aditivos, que conducían, inevitablemente a la reducción de la viscosidad de los cementos asfálticos.

Las mezclas asfálticas elaboradas, eran idénticas constitucionalmente a las actuales, y sus temperaturas de mezclado en la usina asfáltica, también eran muy inferiores a lo que se consideraba normal y actual.

En aquella época, los asfaltos se clasificaban por penetración, y el más usado era el 70/100. Para la elaboración de las mezclas con aditivos químicos, se empleaban temperaturas de 115/125°C.

Lo notable además, eran los recorridos que se debían hacer entre obrador y obra en ejecución. Muchas veces reflejaban varios km y la mezcla llegaba a la temperatura estimada para su correcta compactación.

Se acostumbraba también a trabajar con distintos frentes de obras o de obras totalmente diferentes. Un frente podía ser la construcción de una carpeta de rodamiento y en otra, un trabajo de bacheo superficial.

O sea, se utilizaba el mismo obrador para distintos destinos. La exhaustiva gradación y calidad en el control por medio de la inspección de planta, fueron pilares fundamentales para que la mezcla de concreto asfáltico elaborada, tuviese una calidad superior para emplearla tanto en Bacheo, Carpeta de rodamiento nueva o alguna otra tarea, de similares características.

Trayendo todo lo narrado a estos días, podemos decir que aquellos supuestos aditivos, cumplían ciertamente con los objetivos actuales ya que los trabajos

ejecutados, eran de una vida útil, mayor a la programada. De forma casi habitual, los proyectos de obra variaban muy poco. Las estructuras proyectadas eran algo análogas. El tránsito no era el actual, por lo tanto las exigencias eran otras.

Otra propiedad que poseían esas mezclas tibias, era que si el día se presentaba con alta humedad o con una leve llovizna se podía colocar sin inconvenientes. La humedad no afectaba la unión entre los áridos y el cemento asfáltico aditivado.

Lo que se proyectaba con asiduidad cuando las condiciones de obra eran similares y lo permitía, la siguiente estructura: mejoramiento de la sub rasante con cal, base de apoyo con tosca, en el espesor calculado y la capa de rodamiento con la mezcla asfáltica aditivada.

Muy lejos se estaba, de comenzar a hablar entre otros temas de la Huella de Carbono.

Se consideraba en esos momentos, el menor consumo de combustible, el traslado de agregados reciclados (RAP) el recorrido de las mezclas a un destino más lejano, por ganancia de tiempo, sin correr el riesgo de que la mezcla se enfríe, el tema de la carga térmica que dejaban de recibir los operarios, fue más que importante, entre otras.

HUELLA DE CARBONO:

La huella de carbono constituye el volumen total de gases de efecto invernadero (GEI) que producen las acciones y mecanismos diarios, los seres humanos. El dato se considera y se expresa como toneladas de CO₂ emitidas. Es necesario bajar los valores individuales, tenemos que reducir los valores a un mínimo posible y todos somos responsables para que se cumpla este último objetivo.

Debemos trabajar día a día para que los gases de efecto invernadero bajen hasta valores extremadamente bajos.

Conocer la huella de carbono de las actividades diarias es más que útil, ya que podremos identificar dichas emisiones de GEI, e intentar reducirlas, admite poner en valor el desempeño ambiental que se genera día a día.

Toda actividad diaria emite gases de efecto invernadero antes, durante y después de su vida útil. La contaminación es real, tanto para la obtención de materias primas, los procesos, la producción y la distribución, hasta que se transforme en un residuo.

Volviendo con el tema día a día, apenas comenzamos con el mismo, ya producimos gases que se acumulan en la atmosfera y sobrecalientan el planeta, ejemplos: ponemos a cargar el celular, encendemos mínimo una hornalla para hacer un café o ponemos en funcionamiento la pava eléctrica o usamos el micro ondas y así sucesivamente vamos produciendo y acumulando gases durante el día, que pasaran a formar parte de las emisiones que afectaran y/o aceleraran el cambio climático.

Si todas estas emisiones las producimos cada uno de nosotros en nuestra diaria tarea, imaginemos lo que sería, para el caso de nuestra profesión, un obrador funcionando a pleno, elaborando mezcla de concreto asfaltico convencional, y desde el punto de vista humanístico lo insalubre que sería el ambiente laboral.

Tenemos que tomar conciencia, de que lo narrado en este trabajo, es muy preocupante y está ocurriendo.

MEZCLAS ASFALTICAS TIBIAS

Uno de los inconvenientes que se ha presentado, para la elaboración de las mezclas tibias o templadas, es su comportamiento mecánico.

No sería correcto comparar las propiedades de una mezcla tibia frente a la mezcla convencional, o sea aquella elaborada con cementos asfalticos normalizados y más viscosos.

Si nos detenemos en las propiedades mecánicas, en comparativa, las convencionales tendrán un comportamiento algo superior, pero si determinamos el valor de sus módulos, los valores se asemejan bastante.

Esto conlleva a analizar, sobre, a qué tipo de solicitaciones, estará expuesta la capa de rodadura.

PROBETAS ELABORADAS CON MEZCLAS TIBIAS



Probetas moldeadas en laboratorio de obra a 120°C.

Ventajas de la aplicación de mezclas asfálticas tibias

Entre la cantidad de beneficios que brindan las mezclas asfálticas tibias (WMA también denominadas MAT) podemos enumerar en conjunto algunos de ellos:

- Reducción en el uso de combustibles para la producción de las mismas.
- Facilidad en la compactación de las capas superiores asfálticas.
- Incorporación de altos porcentajes de material recuperado (RAP).
- Ambientes de trabajo sin grandes volúmenes de contaminantes y carga térmica controlada; beneficio extremadamente importante para los operarios, como ya lo hemos enunciado al principio.
- Máxima Reducción o eliminación de gases contaminantes.

•También lo hemos enunciado a este tema, evitan el envejecimiento prematuro del cemento asfáltico.

- Otro tema que también se ha mencionado, es el mayor recorrido que tolera la mezcla tibia desde el obrador a la obra. Este es un tema con el cual, nos encontramos con un ahorro económico sustancial.
- Y otros más.

Que productos se utilizan en el mundo para bajar las temperaturas de las mezclas asfálticas.

Tomamos las tres metodologías más empleadas en la actualidad.

- Reducción de la viscosidad usando aditivos orgánicos. (Empleo de ceras) (1)
- Asfaltos espumados. (In Situ o en Planta) (2)
- Uso de aditivos químicos. (3)

BREVE DESCRIPCION DE CADA UNA DE ESTAS TECNOLOGIAS

(1).Empleo de Ceras. Esta tecnología se basa, en la adición a la mezcla, de distintos tipos de ceras. Estas últimas, mejoran la trabajabilidad debido a dos efectos y la combinación de estos: disminución de la viscosidad y lubricación, influyen, en la disminución de la temperatura en la mezcla, en planta y también durante la compactación. Si se toma el punto de fusión de las ceras, por encima de este, se produce un efecto de decrecimiento de la viscosidad del cemento asfáltico.. Durante el proceso de enfriamiento de la mezcla colocada, los aditivos se solidifican en partículas microscópicas y uniformemente distribuidas, que incrementan la dureza del ligante.Las ceras usadas son moléculas formadas por cadenas hidrocarbonadas que se funden a temperaturas entre los 80 y los 120 °C, modificando las propiedades del asfalto. La longitud de la cadena de carbonos (C45 o mayor) juega un papel fundamental porque influye en su punto de fusión. Habitualmente los porcentajes que se emplean en la dosificación varían de 2 a 4% de ceras, sobre el total del cemento asfáltico. En la actualidad existen tres tipos de ceras para cumplir con el objetivo: Están las **Ceras Fischer-**

Tropsch que se obtienen mediante un proceso químico empleado para producir hidrocarburos líquidos a partir de gas de síntesis, el cual es un combustible gaseoso, producto de gas, que se forma a partir de sustancias ricas en carbono, principalmente biomasa, pero también se puede usar (hulla, carbón, coque) sometidas a un proceso químico a altas temperaturas. La cera Fischer-Tropsch se usa también en grandes proporciones en la industria, entre estas tenemos: producción de polímeros, cobertores, PVC, pegamentos, pinturas y otras más. Este proceso (F-T) descubierto en Alemania por Franz Fischer y Hans Tropsch el año 1925, es muy importante, ya que su objetivo en esas épocas, era la fabricación de gasolina y lo lograron. Empleaban distintos catalizadores, y en base a estos últimos, obtenían hidrocarburos de variadas cantidades de carbonos. Las ceras conocidas como amidas ácidas grasas se caracterizan por su producción sintética, mediante la reacción de amidas con grasas ácidas. Son compuestos orgánicos, grupo amino unido a un ácido carboxílico convirtiéndose en una amina ácida (o amida).

Ceras de Montana. La cera Montana es también conocida como la cera de lignito. Es una cera mineral que técnicamente es una cera vegetal fosilizada, obtenida a partir de lignito y turba localizada en depósitos en el mundo, como en: Alemania, Iowa, California, y en los lignitos de Oklahoma y Texas. Su color va del marrón oscuro al amarillo claro, cuando es de crudo, o blanco cuando está refinada. Está compuesta por ésteres de cadena larga no-glicérido de ácidos carboxílicos, ácidos orgánicos de cadena larga libres, alcoholes de cadena larga, cetonas, hidrocarburos y resinas. Se utiliza además, como una alternativa a la cera de carnauba o de abejas en aplicaciones tales como esmalte de madera, discos fonográficos, pintura, recubrimientos resistentes al agua, adhesivos, encolado de papel, velas, papeles de carbono e impermeabilizante. Es una cera con características de cierta dureza.

Volviendo con algunas generalidades sobre las ceras sintéticas FISCHER TROPSCH, las más usadas. Las mismas son ceras sintéticas, utilizadas para adhesivos de fusión en caliente, tintas y recubrimientos

de impresión, **modificación de cementos asfálticos**, procesamiento de polímeros, esmaltes y textiles.

Aplicaciones industriales - Este tipo de cera tiene usos industriales en procesamiento de plástico, tintas de impresión, pinturas, lubricante de hilos de costura y cosméticos.

• **Propiedades físicas** - Fischer Tropsch Wax tiene una combinación única de un alto punto de fusión, baja viscosidad y dureza, incluso a temperaturas elevadas. Se puede pulir a una presión suave, amasable a 20 ° C, con una consistencia que va desde sólida hasta frágil y translúcida a opaca

La cera de alto fundido, se formula en un entorno controlado, para garantizar la alta pureza y calidad de la misma. Se utiliza como un aditivo de rendimiento, en una variedad de aplicaciones. La cera de la mezcla media se usa en aplicaciones similares a las ceras de parafina y petróleo.

Cera Comercial: **Sasobit** es una cera cristalina, compuesta por una larga cadena de hidrocarburos polimetileno - alifáticos, obtenida mediante un proceso Fischer-Tropsch, se comercializa en forma de polvo blanco o granulada. Los rangos de longitud de la cadena de carbonos se encuentran entre C45 y C100. **Sasobit** es idéntica a las parafinas encontradas en el crudo de petróleo, excepto que tiene mayor peso molecular. Una vez disuelta en el asfalto no se separará durante el almacenamiento. Su Punto de fusión está alrededor de los 120°C. Sus principales características, son: a altas temperaturas su viscosidad disminuye enormemente, mientras que a bajas temperaturas su viscosidad es alta. Cuando se enfría la cristalización comienza a los 105°C y se completa a los 65°C, formando unas **partículas microscópicas** regularmente distribuidas.

(2) Asfalto espumado:

Generalidades: El espumado ocurre cuando se agrega una pequeña cantidad de agua al asfalto caliente, incrementando de esta forma el área superficial y

reduciendo significativamente la viscosidad del ligante asfáltico. Esta forma de asfalto se emplea para su mezcla con áridos en frío.

El profesor Ladis Csanyi de la Estación Experimental de Ingeniería de la IOWA STATE UNIVERSITY en 1956 utilizó un proceso de inyección de vapor para formar la espuma. Esta tecnología fue refinada posteriormente por la Organización MOBIL OIL, quién desarrollo la primera campaña de expansión.

El asfalto espumado puede usarse como agente estabilizador de una gran cantidad de materiales, desde piedras trituradas de excelente calidad, hasta agregados con alta plasticidad. El asfalto espumado se caracteriza en términos de la relación de expansión y de la vida media. La relación de expansión se define como el cociente entre el volumen máximo alcanzado en el estado de espuma y el volumen del asfalto sin espumar. La vida media corresponde al tiempo transcurrido, en segundos, que tarda la espuma en sedimentar hasta la mitad del volumen máximo obtenido. Se considera que la mejor espuma es aquella para la cual se optimizan la expansión y la vida media.

Al estar en presencia de un material que posee un mortero flexible empleamos como parámetro de ensayo, para caracterizar a este tipo de mezclas, la técnica de resistencia a la tracción indirecta por compresión diametral, detallada en el manual de reciclaje en frío Wirtgen.



Secuencias del proceso de Espumado



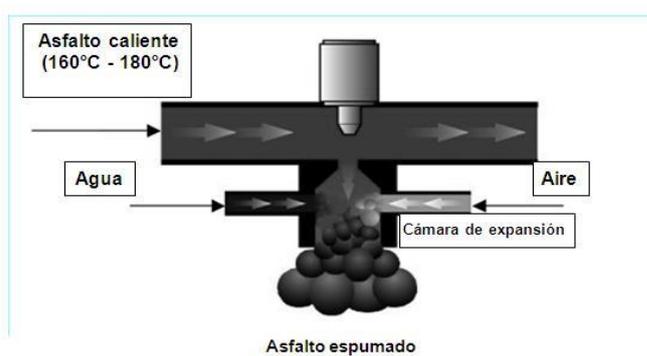
Asfalto Espumado



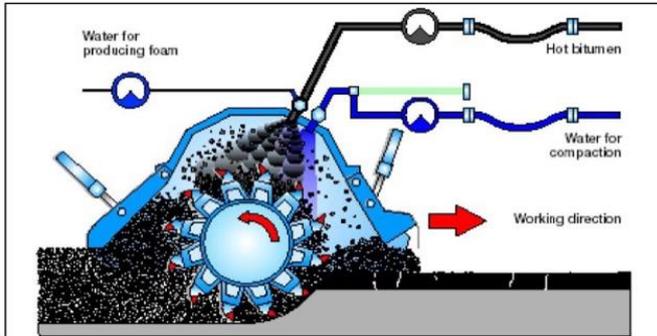
Compactación con rodillo pata de cabra



Proceso de compactación con Asfalto Espumado



Formación de la espuma



Corte del proceso de mezclado de áridos e incorporación de espuma

(3) Aditivos Químicos: Los aditivos químicos tensoactivos y emulsificantes se utilizan para disminuir la tensión superficial que se produce entre los áridos y el betún asfáltico.

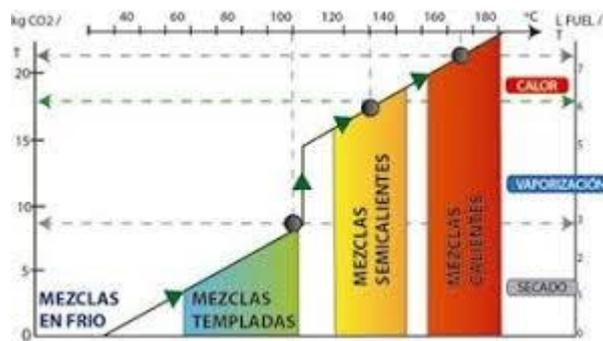


Gráfico en donde podemos observar los rangos de temperaturas, producción de CO₂ y las distintas mezclas en base a su temperatura de trabajo.

Los aditivos tensoactivos, que se presentan con distintas composiciones y formulaciones, actúan sobre las propiedades viscoelásticas de los betunes asfálticos. Mediante la Reología (Ciencia, comprendida dentro de la física, analiza los movimientos de fluidos, vinculando la fuerza y la deformación), se puede llegar a determinar, el tipo de modificación que producen estos aditivos,

en los betunes asfálticos. El tensoactivo, como ya se dijo, disminuye la tensión interfacial entre los materiales, y aumenta la superficie de contacto. Al aumentar la superficie de contacto, mejora el mojado preferencial. Las mezclas tibias, a veces, son cuestionadas por algunos autores dedicados al tema, porque no hay mucha metodología normalizada, para su evaluación tanto física como mecánicas. Se emplean para verificar el comportamiento elástico del betún a: Reómetro Dinámico de Corte (DSR) Y al Viscosímetro Rotacional.

Mediante el empleo de tensoactivos, logramos mezclas asfálticas con una mejor envuelta del árido, una mejora en la trabajabilidad de la misma, mejoras en su compactación y en la adherencia del par árido – ligante

Otros aditivos químicos que también se emplean, están los emulsificantes. Estos pueden ser aminas, amidoaminas, diaminas, imidazolinas, sales de amonio, entre otras. Estos dos productos químicos, tenso activos y emulsificantes, pueden trabajar en forma conjunta, mejorando las propiedades y la estabilidad de las mezclas asfálticas tibias. La reducción de temperatura, como así también la mejora en la calidad de la mezcla lograda, dependerá de los productos empleados, como así también, de las concentraciones de cada uno de ellos.

Entre los productos químicos nombrados, podemos citar entre ellos: a las aminas, diaminas, poliaminas, amidoaminas, Imidazolina, amonio cuaternario, entre otras. Las mezclas tibias elaboradas con productos químicos, han tenido una muy buena aceptación, en Estados Unidos y Europa, hace más de una década, con resultados respetables, y además, se controló la emisión de gases para corroborar y disminuir el impacto ambiental.

Recalentamiento Global

Cuando se habla de recalentamiento global, el mismo se refiere solo a la temperatura de la superficie de la Tierra, mientras que el cambio climático incluye el calentamiento y los "efectos secundarios" de este calentamiento.

Ejemplo, son los deshielos, el cambio que están teniendo las tormentas de lluvia (más severas en menores tiempos) , las repetidas sequías, siendo cada vez más frecuentes, en periodos completamente superiores.

El cambio climático influye enteramente en los importantes cambios que sufren las temperaturas en cortos tiempos. Las

actividades humanas principalmente, aunque son para incluir también y considerarlas, con un cierto grado de importancia, a los fenómenos propios de la naturaleza. Entre las actividades que realiza el hombre, podemos nombrar a la quema de combustibles, carbón, petróleo, gas, y todo lo referente a materiales que producen gases de efecto invernadero.

Las temperaturas se están elevando aceleradamente y a valores muy preocupantes, para la subsistencia de la vida. Debemos actuar ya, involucrarnos de una forma u otra. Sumar voluntades y lo que se defina, en común acuerdo entre los participantes (países, provincias, etc.), cumplirlo.

Todos somos responsables del calentamiento debido a la formación de Gases de Efecto Invernadero. Él tema ya pasa a ser muy preocupante.

La circulación diaria de vehículos es incesante y constante, y son miles los que se incorporan por año a las grandes ciudades. Es hora de tomar conciencia en cuanto a la quema de los diferentes grados de combustibles, porque estos son los encargados de producir anhídrido carbónico y metano.

Estos últimos son los encargados de producir emisiones, de gases de efecto invernadero.

Entre los principales emisores, por más que el tema sea muy reiterativo, tenemos a: las industrias, el transporte, la agricultura, entre otros..

Las temperaturas medias registradas durante décadas nos indican que van en un constante aumento.

Entes oficiales como, las Universidades, los ministerios públicos que tratan el tema Ecológico, serían más que útiles, aunque ya lo traten al tema, para declararle aún más fuertemente, la disputa a la formación de GEI

.
Los grandes incendios que se están produciendo en algunas provincias nuestras, son también producto del impacto climático.

Reiteramos, nuestra salud se puede sentir muy afectada por el cambio climático, otro ejemplo, los riegos para que nuestros alimentos se desarrollen normalmente, también será otro problema, la capacidad para poder cultivar se va a complicar.

El avance del agua de los mares, sobre los ríos, será otro problema. El agua va a ser un tema más que condicionante para algunos lugareños, que además están sufriendo por las grandes sequías.

.
Los sistemas energéticos ya se consideran obsoletos y muy contaminantes, es hora de recurrir a las energías renovables. Entre estas energías renovables, contamos con la solar y la eólica. Estas mismas ayudaran a disminuir las emisiones que influyen en el cambio climático.

Por lo tanto, disminuyendo el consumo de combustibles fósiles, carbón, gas, otros y comenzando a efectivizar rápidamente el empleo de las energías renovables, estaremos en condiciones de decir, que le estamos dando batalla al cambio climático.

Estos objetivos son para ayer, ya dijimos que somos todos culpables, si ponemos nuestro grano de arena, los primeros resultados van a ser notables.

Para finalizar con el tema del cambio climático, este, comprende al calentamiento global, pero en lo que pone mayor énfasis es en todos los cambios que está sufriendo en demasía nuestro planeta.

Vamos a nombrar nuevamente al incremento del nivel del mar y su avance hacia los ríos, la reducción de los glaciares de montaña; la aceleración del derretimiento del hielo en la Antártida, para nuestro caso principalmente, las deforestaciones que están tan de moda y siempre en mismos lugares. Todas estas son consecuencias del calentamiento, que es causado principalmente por

la quema de combustibles fósiles y la emisión de gases que atrapan el calor en el aire.

Conclusiones: El desarrollo del presente trabajo, deja como ciertas inquietudes, sobre diferentes actividades, que desarrolla el hombre en su hábitat natural. Desde pequeñas y cotidianas costumbres, que afectan a su microclima, hasta grandes procesos tecnológicos, que producen toneladas de gases de efecto invernadero, con un impacto ambiental de irreparables consecuencias.

Como Técnicos Viales, y habitantes de un planeta que clama, ante las agresiones que sufre constantemente, deberíamos velar por el empleo de este tipo de mezclas asfálticas tibias. Es muy importante la reducción que se logra en las temperaturas de (mezclado, transporte y compactación). Además se pueden emplear altos porcentajes de materiales reciclados y quemar menor cantidad de combustibles fósiles. Podemos trasladar las mezclas a mayores distancias sin inconvenientes y ahorraríamos en obradores, porque con uno ubicado estratégicamente, abastecemos distintas obras.

Los operarios que desempeñan sus tareas en obradores, afectados a la producción de mezclas, recibirán una menor carga térmica. Ahorraremos problemas en salud, los operarios trabajaran en condiciones más confortables.

El tema tratado es muy extenso, interesante y debemos ponerlo en marcha ya.

Cuando hablamos de desarrollo sostenible junto a lo que es el crecimiento económico éstos, no prosperan, sin tomar las medidas necesarias para disminuir el calentamiento global. Siendo reiterativos con los temas sequía y lluvias, estas últimas no serán normales, esta pronosticado, que a medida que empeore el cambio climático, tendremos menores precipitaciones, por lo tanto, reinaran las sequias. La seguridad hídrica se verá afectada, trascendiendo en la actividad agropecuaria y por lógica primordialmente a la población humana.

Ante estos fenómenos globales, hay que actuar raudamente, y todos los habitantes, debemos tomar conciencia, de que lo plasmado es clasificado como catastrófico.

El agua dulce, es otro tema, como ya mencionamos en párrafos de comienzos, el nivel del mar, se estima, que llegara a valores que serán suficientes, como para contaminar los ríos que poseen la misma.