

Ref: Expediente N° NC2020/0013790; respuesta oficio # 1212 del 02-02/21

Cap. Reivindicaciones

Independiente: porque en la industria de la construcción en general, tanto en la producción de concreto premezclado ó fundido en sitio para la autoconstrucción informal, siempre se han utilizado agregados pétreos (piedra de rio) para la elaboración de concretos desde el siglo XX y nuestra innovación (Plastic Stone), reemplazara el 100% dicho agregado con piedras plásticas en forma de poliedros.

R.1.- Estado de la técnica:

R.1.1.- Agregados Pétreos hoy día:

El concreto reforzado se compone por cemento Portland, arena, agua, acero figurado más agregados pétreos, cuyas proporciones, densidad y tamaños varían dependiendo del uso final de las estructuras y resistencia de diseño requerida; para concretos estructurales ($> \text{ó} = 3.000 \text{ Psi}$) de resistencia a la compresión, el estándar es usar agregados pétreos de los siguientes diámetros así:

	Uso	Densidad mínima
Diámetro 19mm	regular	2.200 kg/cm ³
Diámetro 37.5mm	infraestructura	2.259 kg/cm ³
Diámetro 75mm	grandes proyectos	3.307 kg/cm ³

Nota: sigue especificaciones técnicas de los agregados pétreos comunes así:

Tabla 1-1. Promedio de las Densidades Observadas para el Concreto Fresco (unidades del SI)*

Tamaño máximo del agregado, mm	Contenido de aire, porcentaje	Agua, kg/m ³	Cemento, kg/m ³	Densidad, kg/m ³ **				
				Gravedad específica del agregado†				
				2.55	2.60	2.65	2.70	2.75
19	6.0	168	336	2194	2227	2259	2291	2323
37.5	4.5	145	291	2259	2291	2339	2371	2403
75	3.5	121	242	2307	2355	2387	2435	2467

* Fuente: Bureau of Reclamation, 1981, Tabla 4.

** Concreto con aire incluido, con la cantidad de aire indicada.

† En condición saturada, con superficie seca. Multiplique la densidad relativa del agregado por 1000 para obtenerse la densidad de las partículas de agregado en kg/m³.

Tabla 1-1. Promedio de las Densidades Observadas para el Concreto Fresco (unidades en pulgadas-libras)*

Tamaño máximo del agregado, pulgadas	Contenido de aire, porcentaje	Agua, lb/yd ³	Cemento, lb/yd ³	Densidad, lb/pies ³ **				
				Gravedad específica del agregado†				
				2.55	2.60	2.65	2.70	2.75
¾	6.0	283	566	137	139	141	143	145
1½	4.5	245	490	141	143	146	148	150
3	3.5	204	408	144	147	149	152	154

* Fuente: Bureau of Reclamation, 1981, Tabla 4.

** Concreto con aire incluido, con la cantidad de aire indicada.

† En condición saturada, con superficie seca. Multiplique la densidad relativa del agregado por 62.4 para obtenerse la densidad de las partículas de agregado en libras por yardas cúbicas.

La explotación en cantera y/o lecho de nuestros ríos de este tipo de agregados pétreos desde hace décadas está causando la destrucción de la capa vegetal de nuestros suelos, erosión descontrolada de nuestras montañas, destrucción aguas a bajo del lecho de los ríos y su fauna, ecosistemas completos son degradados sistemáticamente y sobre todo la pérdida de nuestra biodiversidad.

Según el DANE, estadísticas de producción de concreto premezclado en el País en el periodo pre pandemia de feb/19 a mar/20, fue de 496.499 m3 y si al multiplicar este dato estadístico por la densidad promedio mínima del agregado pétreo usado para la producción de concreto estructural que es de 2.2 ton/m3; tenemos un consumo aproximado al año de 1'092.298 ton/ año de piedra explotada de nuestro subsuelo destruyendo nuestra capa vegetal y/o extraída del lecho de nuestros ríos.



ESTADÍSTICAS DE CONCRETO PREMEZCLADO - EC												
A3.1. Evolución metros cúbicos de concreto premezclado por departamento. Producción según departamento 2011 - 2020 (julio) ²												
Año	Mes	Metros cúbicos Producción										Total /m3
		Antioquia	Atlántico	Bogotá, D.C. ¹	Bolívar	Boyacá	Cundinamarca	Magdalena	Santander	Tolima	Valle del Cauca	Resto ²
2020	Mar	111.495	89.226	202.456	23.740	10.932	37.429	12.265	28.597	20.794	46.362	71.888
	Abr	98.348	85.638	173.343	20.032	8.951	36.558	9.821	28.952	20.665	41.253	57.581
	May	115.582	87.341	191.007	18.569	12.104	40.577	10.747	38.426	14.705	43.360	70.958
	Jun	102.032	80.080	168.998	17.547	9.444	35.461	9.118	35.894	12.311	36.797	71.179
	Jul	108.656	89.447	195.203	17.211	12.384	48.793	10.715	39.123	13.795	38.988	77.196
	Ago	105.980	88.362	182.988	14.807	10.967	45.631	12.545	39.951	15.402	41.615	72.837
	Sep	100.858	72.055	180.952	13.040	12.369	48.674	12.427	38.245	15.905	41.123	70.249
	Oct	100.257	66.755	195.092	17.771	14.323	42.335	13.380	41.179	17.572	43.538	72.528
	Nov	88.681	67.678	166.554	19.203	13.676	40.380	11.472	44.191	20.172	35.634	78.244
	Dic	89.378	70.294	158.083	15.661	15.395	34.903	11.104	38.597	15.593	36.853	62.896
	Ene	70.492	60.284	148.214	12.309	11.273	33.434	9.158	29.543	14.109	32.713	54.260
	Feb	89.765	73.578	165.041	18.288	15.032	42.698	11.511	35.921	17.993	40.583	65.358
	Mar	68.432	56.786	107.961	12.821	10.245	26.384	7.764	23.719	13.364	29.007	47.060
	Abr	5.688	6.441	3.233	372	26	274	512	3.902	1.322	3.991	4.491
	May	64.011	40.099	70.161	8.340	4.728	13.523	3.530	20.040	8.312	24.375	41.036
	Jun	82.700	55.105	118.924	13.869	10.039	24.271	6.692	26.124	12.406	33.805	53.844
	Jul	86.051	60.094	136.107	18.782	10.920	34.896	7.943	33.989	16.445	44.145	61.395
Promedio producción concreto desde feb-19 a mar/20		consumo Bogotá		prod plástico Bta		facturación/año						m3 concreto/mes
ton/ agregado		concreto m3/año		agregado ton/año		ton/ día						m3/año
2.194		389.057		37.980		ton/ mes						1.308.718
m3 / agregado		agregado m3/año		455.790		ton/ año		\$ 6.487.000.318				399.654
ton/ plástico		sin compactar		plástico m3/año		25%		(% uso reciclado)		\$ 56.289		387.665
9.97				115.245								4.651.975

Por lo tanto, es urgente encontrar una innovación tecnológicamente viable para reemplazar este agregado pétreo por otro producto medio ambientalmente sostenible y bajo la premisa de la economía circular; que desarrolle la misma resistencia y bondades de la piedra como agregado en la producción de concreto premezclado.

R.1.2.- Breve descripción de la innovación: (Plastic Stone)

A partir de plástico reciclado como materia prima principal más la adición porcentual mínima en volumen de calamina, se logra en caliente una mezcla homogénea y centrifugada de ambos ingredientes; luego se funden en una matriz ó extrusora cuya forma final es un poliedro de un tamaño específico que reemplaza el agregado pétreo para diversos usos y resistencias en la industria de la construcción en general.

R.1.3.- Descripción detallada de la invención:

R.1.3.1.- Definición de los materiales:

Plástico (polímero): en primera instancia será usado plástico reciclado hasta agotar los inventarios disponibles en el mercado a bajo costo, los cuales se clasifican así:

[polietileno](#) (PE)

[polipropileno](#) (PP)

[poliestireno](#) (PS)

[tereftalato de polietileno](#) (PET)

[poliuretano](#) (PU).

Una vez agotado este recurso (varios años), se procederá a usar plástico de primera clase, el cual es un derivado común de la industria petroquímica.

Calamina: es la escoria que sale después del proceso siderúrgico en la producción de aceros largos (barras) y cuya composición química es básicamente óxido de hierro, aluminio, cobre y demás metales presentes en la chatarra; materia prima básica en la producción de acero local y mundial.

R.1.3.2.- Forma de la invención: (Plastic Stone)

Es un poliedro regular (icosaedro), que consta de 20 triángulos equiláteros y 30 aristas, compacto y de resistencia a la compresión igual al agregado pétreo; que logra a partir de su geometría regular triangular, absorber y descomponer las fuerzas a compresión que se producen al interior del concreto estructural. Además, tiene ranuras en bajo relieve para lograr la mayor adherencia posible entre la piedra plástica al concreto estructural durante la etapa de fraguado ó curado. (Ver planos de producción A101/ A102 / A103 anexos a la presente).

R.1.3.3.- tamaños de la invención: (Plastic Stone)

Para reemplazar el uso del agregado pétreo en el mercado de la construcción, hemos diseñado con nuestra invención los siguientes poliedros regulares inscritos en esferas teóricas de los siguientes diámetros así:

Tamaño	Resistencia mínima a la compresión concreto mezclado
Diámetro 21 mm	3.000 Psi
Diámetro 34 mm	3.500 Psi
Diámetro 55 mm	4.000 Psi

Nota: la resistencia mínima a la compresión se halla mediante ensayos destructivos de laboratorio donde los cilindros estándar de concreto mezclado con el agregado plástico se someten a compresión pura hasta lograr su falla crítica y determinar así con certeza su resistencia en libras por pulgada. (Psí – unidad de medida inglesa)

R.1.3.4.- Composición de la invención: (Plastic Stone)

Para la fabricación industrial en serie del agregado plástico hemos trazado porcentualmente el uso de los componentes ó materia prima así:

Tamaño	Plástico	Calamina
Diámetro 21 mm	89%	11%
Diámetro 34 mm	82%	18%
Diámetro 55 mm	79%	21%

R.1.3.5.- ventajas competitivas de la invención: (Plastic Stone) Vs. Agregados pétreos. (de cantera ó lecho de rio); en el siguiente cuadro comparativo podemos resumir las ventajas competitivas del producto así:

Características:	Ventajas competitivas del producto Plastic Stone	
	Plastic Stone (Icosaedros)	agregado petreo
densidad: ton/m3:	0,97	2,194
forma ó figura:	regular (Icosaedro)	irregular totalmente
adherencia al concreto:	excelente por su forma y ranuras	buena
adicion de calamina: (%)	si tiene y mejora su resistencia a la compresion	no tiene, el mercado supone su resistencia
Reduce la contaminacion:	Sí, el prod saca de las calles el plastico a gran escala	no, día a día la explotacion de piedra contamina mas
Recicla desechos industriales:	Sí, recicla la calamina que es un desecho industrial siderurgico	no, por el contrario degrada y erosiona el entorno de la explotacion
Reutiliza Materias Primas:	Sí, tiene el potencial de reciclar el 85% del plastico que producimos	No, por el contrario destruye la capa vegetal y rios donde se extrae

R.2.- Clausulas de Protección de la patente:

R.2.1.- Mezcla de plástico con calamina (escoria del proceso siderúrgico) para el diseño, producción y comercialización de materiales para la construcción tales como:

Agregados plásticos para concretos livianos

Agregados plásticos para concreto estándar (3.000 Psí de resistencia a la compresión); concretos de resistencia y peso ton/m3 (estándar).

Agregados plásticos para concretos de alta resistencia (> 3.000 Psí de resistencia a la compresión); concretos con mayor peso ton/m3 que el estándar.

R.3.- Marco normativo local de referencia de la invención:

Términos de referencia: NSR/2010; Título C (norma sismo resistente Colombia):

C.3.3 — Agregados

C.3.3.1 — Los agregados para concreto deben cumplir con una de las siguientes normas:

- (a) Agregado de peso normal: NTC 174 (ASTM C33),
- (b) Agregado liviano: NTC 4045 (ASTM C330).

Se permite el uso de agregados que han demostrado a través de ensayos o por experiencias prácticas que producen concreto de resistencia y durabilidad adecuadas, siempre y cuando sean aprobados por el Supervisor Técnico.

C.3.3.2 — El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a:

- (a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado, ni a
- (b) 1/3 de la altura de la losa, ni a
- (c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si a juicio del profesional facultado para diseñar la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de hormigueros, vacíos o segregación en la mezcla.

Agregado liviano (*Lightweight aggregate*) — Agregado que cumple con los requisitos de la NTC 4045 (ASTM C330) y con una densidad cuando está suelto y seco de 1120 kg/m^3 o menos, determinado según la ASTM C29.

Agregado (*Aggregate*) — Material granular, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulicos.

Concreto de peso normal (*Normalweight concrete*) — Concreto que contiene agregados que cumplen con lo especificado en NTC 174 (ASTM C33).

Concreto liviano de arena de peso normal (*Sand-lightweight concrete*) — Concreto liviano que contiene agregados finos de peso normal y que cumplen con lo especificado en la NTC 174 (ASTM C33) y agregados gruesos de peso liviano que cumplen con lo especificado en la NTC 4045 (ASTM C330).

R.4.- planos y diseños de la invención Plastic Stone: (Icosaedros)

Ver planos anexos: (dimensiones en mm)

A101 de fecha 04-04-21; reemplazo agregado petreo 19 mm

A102 de fecha 04-04-21; reemplazo agregado petreo 37.5 mm

A103 de fecha 04-04-21; reemplazo agregado petreo 75 mm

R.6.- Beneficios ecológicos de la invención: (Plastic Stone)

Puntualmente la invención tiene el potencial de sacar de las calles hasta el 85% del plástico que producimos en nuestra sociedad y con ello empezamos a dejar de destruir nuestro subsuelo y lechos de ríos, además de darle un buen destino a los miles de toneladas de plástico de un solo uso que consumimos hoy día.

Por otro lado, la escoria del proceso siderúrgico, llamada calamina es un desecho industrial que hoy es un gran dolor de cabeza para la industria del acero no solamente por su alto volumen de producción sino porque no tiene un reciclaje adecuado y en su gran mayoría la disposición final es ser enterrada en un relleno sanitario o la creación de montañas artificiales con los miles de toneladas disponibles cada año. Sí logramos cambiar el paradigma de mercado del uso del agregado pétreo tendríamos a la mano una contribución importante para la salvación del planeta así:

- Tiene el potencial de **Reciclar** hasta el 85% del plástico que se produce y consume el país y el mundo en general.
- Cumple la necesidad latente de **Reutilizar** hasta el 100% de la calamina que produce la industria siderúrgica en la producción de acero del país y que hoy es un gran problema de almacenamiento y disposición final de este desecho industrial.
- Tiene la virtud de **Reducir** programáticamente la extracción y explotación de agregados pétreos en montañas, ríos y subsuelo; acción que degrada nuestro ecosistema y destruye la capa vegetal de nuestra tierra.
- Para la industria de la construcción tiene el gran beneficio de disminuir el peso propio del sistema de resistencia sísmica y estructuras en general, logrando así grandes ahorros en el consumo de concreto y tamaño de las cimentaciones con la misma resistencia del concreto.

Argumentos Ecológicos para la obtención de la patente:

El 97% del agua del mundo está en el océano, dependemos de él para la regulación del clima, la absorción de CO₂, entre otros beneficios, por lo tanto es el soporte vital de la vida en el planeta tierra (Earth Day Network, 2018; Ocean crusaders, 2020), en tal sentido su cuidado y bienestar debe ser prioridad de todos.

Sin embargo, el ritmo de consumo, estilos de vida, junto a las presiones por implementar estrategias en procura de ganar la carrera por la competitividad a toda costa, están dando como resultado altos niveles de contaminación en el océano.

A continuación se presentan algunos datos que permiten hacerse una idea de la dimensión del problema tierra (Earth Day Network, 2018; Ocean crusaders, 2020):

- 12,7 millones de toneladas de plástico al año llegan al océano, causando daños irreparables al ecosistema marino, la vida marina y por transividad a la humanidad.
- Más de 1 millón de aves marinas y 100.000 animales marinos mueren cada año a causa de la contaminación plástica.
- El 100% de las crías de tortugas marinas tienen plástico en el estómago. Ahora hay 5,25 billones de macro y micro piezas de plástico en nuestro océano y 46,000 piezas en cada milla cuadrada de océano, con un peso de hasta 269,000 toneladas.
- Cada día, alrededor de 8 millones de piezas de plástico llegan a nuestros océanos. La Gran Mancha de Basura del Pacífico tiene alrededor de 1,6 millones de kilómetros cuadrados, más grande que Texas.
- El mundo produce 381 millones de toneladas de residuos plásticos al año; se prevé que se duplique para 2034.
- El 50% de esto es plástico de un solo uso y solo el 9% se ha reciclado. En el Reino Unido se utilizan más de 2 millones de toneladas de envases de plástico cada año.
- El 88% de la superficie del mar está contaminada por residuos plásticos.
- Entre 8 y 14 millones de toneladas ingresan a nuestro océano cada año.
- Gran Bretaña aporta un estimado de 1,7 millones de toneladas de plástico al año.
- Estados Unidos aporta 38 millones de toneladas de plástico cada año.
- Los envases de plástico son el mayor culpable, lo que genera 80 millones de toneladas de desechos al año solo en los EE. UU.
- En las playas del Reino Unido hay 5000 piezas de plástico y 150 botellas de plástico por cada milla. Más de 1 millón de bolsas de plástico terminan en la basura cada minuto.
- El mundo usa más de 500 mil millones de bolsas de plástico al año, es decir, 150 para cada persona en la Tierra. 8.300 millones de popotes de plástico contaminan las playas del mundo, pero solo el 1% de los popotes terminan como desechos en el océano.
- 1 de cada 3 pescados capturados para consumo humano contiene plástico.
- Se estima que las microperlas de plástico son un millón de veces más tóxicas que el agua de mar que las rodea.
- Los productos que contienen microperlas pueden liberar 100.000 microesferas con solo apretarlas.
- Los efectos negativos indirectos de los desechos de plástico para la pesca, el turismo y el transporte marítimo, suman unos 40.000 millones de dólares en pérdidas cada año, calcula el Programa de la ONU para el Medio Ambiente (Naciones Unidas, 2020).

El problema es tan grave que se calcula (fundación Aquae) que a la fecha hay más de 250.000 toneladas de plástico en el mar, lo cuales tardaran más de 450 años en biodegradarse, un solo pitillo puede demorarse más de 1.000 años en descomponerse.

Así las cosas, los daños a los océanos y ecosistemas marinos son irreparables, existen espacio en el ecosistema marino que son zonas muertas, consecuencia de la contaminación por toxinas y falta de oxígeno, que ocasiona la muerte de plantas marinas, por lo tanto, la migración de especies en busca de sobrevivir, causando desbalance en los ecosistemas marinos.

Para el caso de Colombia la situación frente al manejo de los plásticos es crítica. Según datos de la Clínica Jurídica de Medio Ambiente y Salud Pública (MASP) y Greenpeace Colombia (2019), cada hogar colombiano genera cerca de 4,5 kilos de basura por día, en total en Bogotá se elimina cerca de 6300 toneladas de residuos. De este total, cerca de 56% corresponde a plásticos de variados tipos (Colombia, 2019).

Es importante destacar que resultado de la adaptación a la pandemia de Covid 19, se evidencia un incremento sustancial en el consumo de productos plásticos. Según informes de Naciones Unidas, cerca del 75% del plástico (mascarillas, guantes, botellas de desinfectante, empaques de productos para entrega a domicilio, empaque de alimentos, medicinas, etc.) se convertirán en desechos y llegaran a vertederos y mares (Naciones Unidas, 2020).

"La contaminación por plásticos ya era una de las más grandes amenazas a nuestro planeta antes del coronavirus. El rápido aumento en el uso diario de ciertos productos que ayudan a proteger a las personas y a detener la propagación del virus está empeorando las cosas", explicó Pamela Coke-Hamilton, directora de comercio internacional de la UNCTAD (Naciones Unidas, 2020).

Es importante aclarar que no se pretende estigmatizar al plástico y su industria, que además de las ventajas que ofrece en términos de su resistencia, baja densidad, facilidad de moldeo, higiene, entre otros. Además, es una industria que genera 55.322 empleos, que corresponden a 7,8% de todo el personal ocupado por el sector industrial del país, según datos de Acoplasticos (Zuleta Acevedo, 2019).

Desde el punto de vista sanitario y del progreso humano, el plástico ha sido un elemento fundamental de nuestro éxito demográfico y preservación de la salud humana. Sin embargo, ahora es nuestra responsabilidad encontrar un camino que permita darle una salida al plástico, que sea amigable con el medio ambiente, además sirva para desarrollar un nuevo producto a partir del reciclaje alargando su vida útil en beneficio de la sociedad, en el sentido de aprovechar los miles de toneladas de plástico que se producen. Evitando que llegue a los mares, ríos y playas de Colombia y del mundo.

- Efectos sobre el ambiente de la Producción de Concreto

El desarrollo de obras civiles y demás construcciones a nivel mundial demanda gran cantidad de concreto, a un nivel tan grande que casi toda la actividad humana (comercial, habitacional, recreación, vías, puentes etc.) se realiza en instalaciones construidas a partir de agregados naturales (Drew, Langer, & Sachs, 2002).

Así como los océanos, la tierra y las montañas son también componentes vitales para la vida en el planeta. Sin embargo, el proceso para obtener los agregados involucra extraer ya sea excavando en pozos o explotando canteras, que debido al volumen de la demanda de este insumo, se convierte en una gran amenaza para el equilibrio del medio ambiente (Toronto Environmental Alliance, 2018).

La creación de pozos y canteras implica la destrucción de la vegetación natural, así como de la capa superior del suelo y el subsuelo, hasta encontrar el agregado, trayendo consigo la pérdida de vida silvestre, así como el desequilibrio en términos del ecosistema y la biodiversidad, incluso en muchos casos contaminación de acuíferos. (Drew et al., 2002).

Sin embargo, la minería extractivista está permitida e incluso es fomentada como una actividad económica clave dentro de los criterios de ventaja comparativa de varios países, pasando por alto el impacto negativo que genera en términos de degradación y destrucción de los ecosistemas, sumados a los efectos en términos sociales y económicos (Assefa & Gebregziabher, 2020; Drew et al., 2002).

Dentro de los principales efectos a considerar es posible señalar (Assefa & Gebregziabher, 2020; Langer & Arbogast, 2002):

- Degradación de las capas vegetales, suelo y subsuelo
- Contaminación de recursos hídricos
- Contaminación de la atmosfera por el polvo que se genera
- Posible deterioro de la calidad del agua en el sitio, incluido el daño al acuífero
- El nivel del agua de los lagos en el sitio podría reducirse, lo que afectaría negativamente a los humedales específicos de cada provincia.
- Posible pérdida y fragmentación del entorno natural continuo.
- La extracción de agregados rara vez produce drenaje ácido de la mina u otros efectos tóxicos comúnmente asociados con la extracción de recursos metálicos o energéticos

- conversión del uso de la tierra, muy probablemente de uso de la tierra no desarrollada o agrícola, a un agujero (temporal) en el suelo
- ruido, polvo, efectos de voladura, erosión, sedimentación y cambios en la escena visual.
- Las presiones sociales pueden exacerbar los impactos ambientales del desarrollo agregado
- En áreas de alta densidad de población, la disponibilidad de recursos, combinada con el uso conflictivo de la tierra, limita severamente las áreas donde se pueden desarrollar agregados
- Bajo controles más flexibles, los operadores de agregados pueden no seguir prácticas operativas responsables, lo que puede resultar en graves consecuencias ambientales.
- Los depósitos mineros que son demasiado delgados o contienen demasiado material inadecuado dan como resultado la generación de áreas minadas excesivamente grandes y grandes cantidades de material de desecho.

R.6.- bibliografía internacional como marco de referencia del proyecto:

- Akçaözöğlu, S., Atiş, C. D., & Akçaözöğlu, K. (2010). An investigation on the use of shredded waste PET bottles as aggregate in lightweight concrete. *Waste Management*, 30(2), 285-290.
- Albano, C., Camacho, N., Hernandez, M., Matheus, A., & Gutierrez, A. (2009). Influence of content and particle size of waste pet bottles on concrete behavior at different w/c ratios. *Waste Management*, 29(10), 2707-2716.
- Assefa, G., & Gebregziabher, A. (2020). Environmental Impact and Sustainability of Aggregate Production in Ethiopia. *Sandy Materials in Civil Engineering: Usage and Management*, 69.
- Colangelo, F., Cioffi, R., Liguori, B., & Iucolano, F. (2016). Recycled polyolefins waste as aggregates for lightweight concrete. *Composites Part B: Engineering*, 106, 234-241.
- Colombia, M. y. G. (2019). *Situación actual de los plásticos en Colombia y su impacto en el medio ambiente*. Retrieved from Bogotá (Colombia):
- Coppola, B., Courard, L., Michel, F., Incarnato, L., & Di Maio, L. (2016). Investigation on the use of foamed plastic waste as natural aggregates replacement in lightweight mortar. *Composites Part B: Engineering*, 99, 75-83.
- Correia, J., Lima, J., & de Brito, J. (2014). Post-fire mechanical performance of concrete made with selected plastic waste aggregates. *Cement and Concrete Composites*, 53, 187-199.
- da Silva, A. M., de Brito, J., & Veiga, R. (2014). Incorporation of fine plastic aggregates in rendering mortars. *Construction and Building Materials*, 71, 226-236.
- DANE. (2020). *Estadísticas sociales / Agosto 2020*. Retrieved from Bogotá: <https://www.dane.gov.co/index.php/rendicion-de-cuentas-dane/110-boletines/encuestas-politicas-y-culturales/2763-estadisticas-sociales>

- Drew, L. J., Langer, W. H., & Sachs, J. S. (2002). Environmentalism and natural aggregate mining. *Natural Resources Research*, 11(1), 19-28.
- Earth Day Network. (2018). *Plastic Pollution Primer and Action Toolkit*. Retrieved from <https://archiveedn.wpengine.com/wp-content/uploads/Plastic-Pollution-Primer-and-Action-Toolkit.pdf>
- Ferrándiz-Mas, V., & García-Alcocel, E. (2013). Durability of expanded polystyrene mortars. *Construction and Building Materials*, 46, 175-182.
- Ferreira, L., de Brito, J., & Saikia, N. (2012). Influence of curing conditions on the mechanical performance of concrete containing recycled plastic aggregate. *Construction and Building Materials*, 36, 196-204.
- Frigione, M. (2010). Recycling of PET bottles as fine aggregate in concrete. *Waste Management*, 30(6), 1101-1106.
- Islam, M. J., Meherier, M. S., & Islam, A. R. (2016). Effects of waste PET as coarse aggregate on the fresh and harden properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 125, 946-951.
- Ismail, Z. Z., & Al-Hashmi, E. A. (2008). Use of waste plastic in concrete mixture as aggregate replacement. *Waste Management*, 28(11), 2041-2047.
- Kan, A., & Demirboğa, R. (2009). A novel material for lightweight concrete production. *Cement and Concrete Composites*, 31(7), 489-495.
- Langer, W. H., & Arbogast, B. F. (2002). Environmental impacts of mining natural aggregate *Deposit and geoenvironmental models for resource exploitation and environmental security* (pp. 151-169): Springer.
- Li, X., Ling, T.-C., & Mo, K. H. (2020). Functions and impacts of plastic/rubber wastes as eco-friendly aggregate in concrete—A review. *Construction and Building Materials*, 240, 117869.
- Naciones Unidas. (2020). La marea de plástico causada por el COVID-19 también es un peligro para la economía y la naturaleza. Retrieved from Cambio climático y medioambiente website: <https://news.un.org/es/story/2020/07/1478011#:~:text=Cerca%20del%2075%25%20del%20pl%C3%A1stico,Conferencia%20de%20las%20Naciones%20Unidas>
- Ocean crusaders. (2020). Plastic Statistics. Retrieved from <http://oceancrusaders.org/plastic-crusades/plastic-statistics/>
- Rahman, M. M., Islam, M. A., Ahmed, M., & Salam, M. A. (2012). Recycled polymer materials as aggregates for concrete and blocks. *Journal of Chemical Engineering*, 27, 53-57.
- Rahmani, E., Dehestani, M., Beygi, M., Allahyari, H., & Nikbin, I. (2013). On the mechanical properties of concrete containing waste PET particles. *Construction and Building Materials*, 47, 1302-1308.
- Rashad, A. M. (2016). A comprehensive overview about recycling rubber as fine aggregate replacement in traditional cementitious materials. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5(1), 46-82.
- Sadrmomtazi, A., Dolati-Milehsara, S., Lotfi-Omran, O., & Sadeghi-Nik, A. (2016). The combined effects of waste Polyethylene Terephthalate (PET) particles and pozzolanic materials on the properties of self-compacting concrete. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2363-2373.
- Safi, B., Saidi, M., Aboutaleb, D., & Maallem, M. (2013). The use of plastic waste as fine aggregate in the self-compacting mortars: Effect on physical and mechanical properties. *Construction and Building Materials*, 43, 436-442.
- Saikia, N., & De Brito, J. (2012). Use of plastic waste as aggregate in cement mortar and concrete preparation: A review. *Construction and Building Materials*, 34, 385-401.

- Silva, R. V., de Brito, J., & Saikia, N. (2013). Influence of curing conditions on the durability-related performance of concrete made with selected plastic waste aggregates. *Cement and Concrete Composites*, 35(1), 23-31.
- Tang, W., Lo, Y., & Nadeem, A. (2008). Mechanical and drying shrinkage properties of structural-graded polystyrene aggregate concrete. *Cement and Concrete Composites*, 30(5), 403-409.
- Thomas, B. S., & Gupta, R. C. (2016). A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1323-1333.
- Toronto Environmental Alliance. (2018). The Environmental Impacts of Aggregate Extraction.
- Wang, R., & Meyer, C. (2012). Performance of cement mortar made with recycled high impact polystyrene. *Cement and Concrete Composites*, 34(9), 975-981.
- Yang, S., Yue, X., Liu, X., & Tong, Y. (2015). Properties of self-compacting lightweight concrete containing recycled plastic particles. *Construction and Building Materials*, 84, 444-453.
- Yesilata, B., Isiker, Y., & Turgut, P. (2009). Thermal insulation enhancement in concretes by adding waste PET and rubber pieces. *Construction and Building Materials*, 23(5), 1878-1882.
- Yin, S., Tuladhar, R., Shi, F., Combe, M., Collister, T., & Sivakugan, N. (2015). Use of macro plastic fibres in concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 93, 180-188.
- Zuleta Acevedo, J. C. (2019). El plástico no es el problema. *La República*.

Mil gracias

Elkin David Patino Simbaqueba
C.C. 79578262 Bogotá
Matricula profesional # 250068186 CND
Consejo profesional nacional de Ingeniería y Arquitectura